

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ
АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ"
БЕОГРАД • УДК 52 (05) • YU ISSN 0506 4295

1982 3

ГОДИНА XXX
КЊИГА VII

ЈОХАН КЕПЛЕР
(1571 — 1630)



VASIONA
REVUE D'ASTRONOMIE
ANNÉE XXX
1982 № 3
BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

CONTENTS

All papers have short abstracts in English.

ВАСИОНА, часопис за астрономију, излази 4 пута годишње. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић" уз учешће Републичке заједнице за науку СР Србије. Адреса уредништва и администрације: 11000 Београд, Калемегдан, Народна опсерваторија. Тел, 624-605. Рукописи се не враћају. Годишња претплата НД 80, За иностранство НД 160, За ученике, ако поруче најмање 10 примерака НД 50, Претплату слати у корист жиро рачуна број 60806—678—6639.

„Васиона" бр. 1982/3, година XXX, књига VII, стр. 49—72, штампано септембра 1982.

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет.

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3—5.

ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ

ГОДИНА XXX
1982 БРОЈ 3
БЕОГРАД

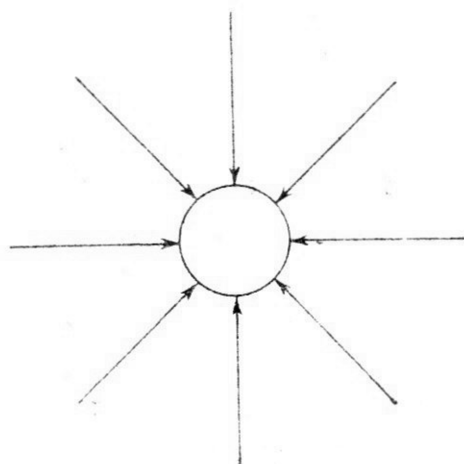
УДЦ 524.852: 524.7—52:524.6—52

ШТА СУ ЗВЕЗДАНИ ВРТЛОЗИ?

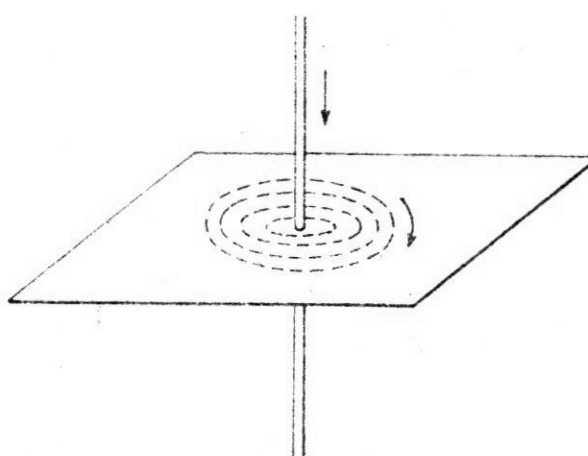
Слободан Нинковић
ОВРО прир.-техн. струке „Михаило Пупин", Београд
Артур Черњин
Физичко-технички институт АН СССР „А. Ф. Јофе", Лењинград

УВОД

Један од кључних појмова савремене физике је појам физичког поља. Уведен је да би се објаснило узајамно деловање међусобно удаљених тела, као што су на пр. Сунце и Земља. Заиста тешко је прихватити на први поглед да два тако удаљена тела буду у узајамној вези. Ово се успешно објашњава тзв. деловањем на близину. Суштина последњег схватања је у томе да физичко поље игра улогу посредника између два тела. Оно је реалан физички објект којим се окружују свако тело које делује на друга тела. Карактеристичне физичке величине којима се описује физичко поље, мењају се од једне до друге тачке поља, не скоковито, већ постепено. Ако је карактеристична величина физичког поља вектор, поље је векторско (на пр. поље силе, поље брзине итд.), а ако је скалар, поље је скаларно (на пр. поље притиска, температуре, итд.).



Сл. 1а



Сл. 2б

Уобичајени начин за графичко представљање (приказивање) векторских поља је помоћу линија сила или векторских линија. То су линије у чијој свакој тачки вектор поља има правац тангенте на њих. На слици су представљена два примера за линије сила. Пример лево (сл. 1а) приказује линије сила у гравитационом пољу тела лоптастог облика, а пример десно (сл. 1б) линије сила у магнетном пољу струје праволинијског проводника. У првом случају примећујемо да линија сила имају почетак и крај, док су у другом случају линије сила затворене, тј. немају ни почетак ни крај. Векторска поља у којима линије сила имају почетак и крај или поноре и изворе, као на слици 1а, називају се безвртложна или потенцијална. Добропознати примери за таква поља су гравитационо и електростатичко. За случај произвољног вектора **V** последња чињеница се може математички исказати на следећи начин

$$\mathrm{rot}\ \mathbf{V} = 0,$$

где је последњи услов испуњен у свим тачкама поља. У супротном случају (сл. 1б) имамо вртложна поља. Пример за њих је магнетно поље. Математички се вртложност записује на следећи начин

$$\text{div } \mathbf{V} = 0$$

у свим тачкама поља.

Сами називи вртложно и безвртложно поље потичу из науке о кретању течности и гасова — динамике флуида. Уређен ток флуида при коме слојеви као да клизе један преко другог зове се ламинаран (слојевит). Када се брзина тока течности или гаса повећа, он губи ламинаран карактер и постаје неуређен — почиње стварање вртлога, тј. јављају се компоненте брзине нормалне на осу струјне цеви. Такво кретање назива се турбулентно.

Слично кретању масе флуида је кретање унутар једног звезданог система, на пр. неке галаксије. Различити звездани системи имају различита унутрашња кретања. Тако на пр. код спиралних галаксија преовлађујуће кретање је ротација, а код глобуларних јата на пример такав вид кретања око своје осе се практично уопште не запажа. Наша Галаксија такође је спирална и Сунце, које се налази у једној од њених спиралних грана, креће се приближно по кругу око њеног центра брзином од око 250 км с^{-1}. Према томе, у целини гледано, поље брзине у нашој Галаксији је вртложно. Да бисмо могли схватити природу оваквих гигантских вртлога, размотрићемо слику раног свемира.

РАНИ СВЕМИР

Осим спиралних галаксија постоје, премда се ређе срећу, и галаксије другачијих облика, као на пр. елиптичне и неправилне. Прве имају елипсоидалан облик, а код других се не запажа нека правилна структура. Ротација је код обеју слабије изражена него у случају спиралних галаксија.

Многе галаксије су чланови јата галаксија која садрже стотине и хиљаде чланова. То су највећи објекти у свемиру чије размере достижу десетине милиона светлосних година. Она су расејана у простору мање или више равномерно, тако да различите области свемира размера рецимо, триста милиона светлосних година и више, садрже приближно једнак број галаксија и јата. Може се рећи да је свемир, када се разматра у тако великим просторинм размерама, без структуре и хомоген. На ово његово својство указала су астрономска посматрања пре 40—50 година, али је још Паскал говорио да је свемир круг чији је центар свугде, а периферија нигде.

Међусобна растојања јата галаксија се повећавају са временом, као што то следи из црвеног помака нађеног у њиховим спектрима. Први је појаву удаљавања галаксија приметио 1912. годиие Е. Хабл. Темпо повећавања ових растојања је изотропан (исти у свим правцима). Последња појава позната је под називом ширење свемира. Оно је почело пре више од десет милијарди година експлозијом чија је природа остала досада непозната, а која је саопштила материји огромну кинетичку енергију разлетања.

У току првих стотина и хиљада година материја је била густа и врела и њу су сачињавале, како честице плазме — електрони и језгра, тако и топлотно електромагнетно зрачење — фотонски гас чија је температура била једнака температури плазме. У првих милион година енергија фотонског гаса била је толико велика да је превазилазила енергију честица, рачунајући ту и њихову енергију мировања.

С обзиром на велике густине и температуре у раном свемиру, галаксије, а такође и њихова јата, нису могле постојати. Јата су могла настати касније, при крају прве милијарде година од почетка ширења, када је концентрација честица супстанције (без фотона) у свемиру опала до вредности карактеристичне за јата галаксија, код којих се у просеку среће једна честица у dm^3 простора. Када бисмо се у мислима вратили у прошлост до ове епохе,

видели бисмо јата у додиру једна са другим. Вероватно су тада настала огромна (по својим размерама) згушњења гаса честица супстанције од којих почиње њихов развој. Њихово даље цепање на ситније делове—протогалаксије довело је затим до формирања звезданих система.

Судбина фотонског гаса је била другачија; он је остао и даље равномерно распоређен у простору, јако се охладио и одржао до данашњег времена у облику слабе позадине радио-зрачења која представља остатак (реликт) раног свемира. Ово реликтно зрачења открили су шездесетих година радио-астрономи Пензиас и Вилсон (добитници Нобелове награде за физику 1978. године), премда је његово постојање раније теоријски предвидео Џ. Гамов.

ПРИМАРНИ ВРТЛОЗИ

Гамов, као и његови следбеници, је претпостављао да је опште ширење догалактичке средине повезано са њеном турбулентношћу.

Увођење динамике флуида у разматрања астрономских наука има дугу традицију која почиње још са Кеплером, Декартом, Лапласом и др. Пре отприлике четврт века космолози су почели да користе концепцију хидродинамичке турбуленције коју је пре тога разрадио Колмогоров. Поврх све случајности и привидне хаотичности, турбулентност, како се показало, може да поседује нека регуларна својства која се манифестују статистички,тј. у средњим карактеристикама вртлога. Она показује тежњу ка образовању својеврсне хијерархије вртлога, при чему вртлози који су највећи по просторним размерама стварају и и одржавају својим кретањем вртлоге мањих размера. Када се ова тежња у потпуности реализује, у средини се успостављају универзални односи између средње брзине и средње величине вртлога: брзина опада с величином вртлога пропорционално кубном корену његовог радијуса.

Турбуленција је доспела у центар пажње космологије када је фон Вајцзекер изнео претпоставку да је протогалактичка средина била турбулентна. Ако је то тачно, онда се у статистичким законитостима расподеле и кретања галаксија можда одражавају статистичка својства турбулентног стања које је допринело њиховом стварању.

Међутим, догалактичка средина се разликује од обичних течности и гасова, пре свега тиме што су њене честице фотони, тј. честице које се крећу брзином светлости. Услед тога она поседује неуобичајено велику еластичност и притисак који влада у њој износи приближно колико и густина енергије. Због високог притиска биће велика и брзина звука која достиже скоро брзину светлости.

Фотонски гас, као што је познато, се може представити и као скуп електромагнетних таласних поља. Ова поља делују на наелектрисане честице средине (пре свега на електроне) и чврсто их везују за себе. У таквим условима можемо говорити о неком примордијалном гасу који се састоји из две компоненте: фотонског гаса и гаса наелектрисаних честица. Присуство наелектрисаних честица је овде од суштинског значаја, премда су оне малобројне у поређењу са фотонима, јер оне узајамно делујући једна са другом, као и са фотонима, омогућују размену кинетичке енергије између делова примордијалног гаса. Овај гас је веома вискозан због узајамног деловања фотона и наелектрисаних честица. Као и у обичним срединама (на пр. у меду) вискозност тежи гашењу кретања флуида и то јој успева тим брже, што су мања растојања између слојева који се крећу један у односу на други. Према томе вискозност доприноси гашењу кретања, почев од њихових најмањих просторних размера, те вртлог мањи по димензијама замире брже него већи.

Фотонска вискозност престаје када сасвим ослаби узајамно дејство фотона са наелектрисаним честицама. У раном свемиру то се догодило при крају првих милион година, случајно или не, али скоро тачно тада, када су фотони престали да доминирају по енергији.

У тој епохи температура је услед општег ширења толико опала, да је била омогућена рекомбинација, тј. формирање неутралних атома сједињавањем електрона и јона. За време пререкомбинације (и у току ње) фотонска вискозност је способна да изазове гашење вртлога знатних размера, све до оних који захватају масе гаса реда величине маса јата галаксија.

Примарни вртлози размера галаксија не могу опстати у раном свемиру. Можда после престанка деловања фотонске вискозности они настају на рачун вртложних кретања већих размера? За то је, наравно, неопходна знатна ротација великих вртлога, таква да брзина ротирања у сваком случају не буде мања од брзине ротације савремених галаксија кадгод густина материје у вртлозима није мања од густине галаксије.

Међутим, резултати посматрања постављају веома оштре границе за брзину вртлога, на основу којих следи да је она бар десет пута мања од захтеване вредности. Ове границе су установљене из изучавања степена равномерности расподеле (на небу) температуре тих истих фотона који су могли некад да учествују заједно са наелектрисаним честицама у кретањима примордијалног гаса, а после рекомбинације су се „отпустили" од њих. Ако су таква кретања стварно постојала, температура фотонског гаса не може бити свугде строго иста, већ се могу очекивати разлике у температури које треба да буду све веће, што је већа брзина кретања. Посматрања досад нису открила никакве неравномерности таквог типа. То не значи да се неравномерности уопште не јављају, али тачност радио-астрономских посматрања реликтне позадине (до стотих делова процента, што је сасвим необично за космологију) поставља врло оштру горњу границу за неравномерности температуре, а самим тим и за брзину примарних вртлога.

Ово, како изгледа, искључује „реликтну" природу ротације галаксија. Може се додати да се практично не запажају никакви одређени трагови вртлога већих, супергалактичких, размера. Можда примарних вртлога није ни било?

МАЛИ ПОРЕМЕЋАЈИ

Ако то већ нису били вртлози, онда су нека друга одступања од потпуне равномерности обавезно морала да постоје у свемиру много пре образовања галаксија. У динамици флуида позната су три типа могућих слабих поремећаја средине:

1. вртлози—кретања која не изазивају неравномерности густине;
2. потенцијална безвртложна кретања, слична звучним осцилацијама, која стварају згушњења и разређења у средини;
3. неравномерности густине статистичког типа које нису праћене колебањима притиска која би могла да доведу средину у стање кретања.

Понашање таквих поремећаја у раном свемиру је у основи различито. О вртлозима је већ било речи и остаје да се дода један, али битан детаљ. Показује се да је за постојање примарних вртлога, чак и оних најслабијих, нужно да космолошко ширење у самом почетку буде јако анизотропно, тј. различито у разним правцима. У космологији се проучавају и модели анизотропног почетка ширења свемира, али они, разуме се, имају смисла само у том случају ако у савременој, каснијој фази ширење постаје изотропно.

Што се тиче потенцијалних кретања и статистичких неравномерности, може се рећи да су они у сагласности са скоро потпуном изотропијом раних фаза ширења. У том смислу такви поремећаји „од самог почетка" су мали.

У потенцијалним кретањима учествују заједно супстанцијалне честице и фотони, док обе ове компоненте средине узајамно делују. Оне граде згушњења и разређења, при чему је у згушњењима температура већа него у разређењима. Као и обично, такве неравномерности температуре теже да се саме од себе изгладе, пошто се топлота увек преноси из топлијих области у хладније. Пренос топлоте у раном свемиру врше фотони. Овакав начин преноса

топлоте веома ефективно гаси температурске осцилације, а са њима и сама потенцијална кретања. Он делује на исти начин и у временској и у просторној скали — од мањих размера ка већим — као фотонска вискозност у случају вртложних кретања. Резултат свега тога је да потенцијална кретања, као и вртлози, бивају на крају угашена у размерама мањим од димензија јата галаксија.

Брзина потенцијалних кретања, као и брзина вртлога, има своју горњу границу и према подацима о реликтној позадини она је највећа у епохи рекомбинације, када су се фотони одвојили од супстанцијалних честица. Битно је истаћи, да, за разлику од вртлога, брзина потенцијалних кретања може затим да порасте захваљујући допунским гравитационим силама које настају услед неравномерности густине, створених од стране управо ових кретања.

Ако у неком делу простора мало порасте густина, порашће и сила гравитације. Ова сила зближава честице средине и самим тим још више ће се повећати густина у датом делу простора. Такав процес згушњавања, пошто је једном започео, наставља се сам од себе и води повећавању неравномерности и са њима повезаних кретања средине. На ову појаву, познату под именом гравитациона нестабилност, указао је још Њутн, а одговарајући теорију појаве у оквирима Фридманове космологије разрадио је пре тридесет година Лифшиц.

Еластичност средине испољава се као сметња нестабилности — силе притиска теже да рашире згушњење. Почетком овог века Џинс је објаснио да силе притиска бивају надвладане гравитацијом, ако је згушњење довољно великих димензија. То је природно, пошто је гравитација јача када је маса већа, а самим тим и димензије згушњења, док је сила притиска све мања што је већа запремина унутар које влада притисак већи од притиска околне средине. Захваљујући фотонима притисак у раном свемиру је био велики, али је после рекомбинације јако опао и гравитациона нестабилност се после тога могла да развија без сметњи, како у размерама које одговарају размерама јата галаксија, тако и у размерама карактеристичним за појединачне галаксије.

Но, динамички поремећаји галактичких размера не могу толико дуго опстати да би дочекали ту нову епоху. Само поремећаји трећег типа, статистички, су у стању да то остваре. У току првих милион година од почетка ширења они су били представљени у облику згушњења и разређења гаса супстанцијалних честица чију је позадину представљао савршено хомогени фотонски гас. На њих нису дејствовали ни вискозност ни пренос топлоте, пошто није било ни брзина ни температурских разлика. Чврсто припијени уз позадину они су учествовали у ширењу заједно са њом сачувавши почетни контраст густине. После рекомбинације згушњења су се одвојила од позадине, а посредством гравитационе нестабилности контраст густине се појачао и почело је кретање, како самих згушњења, тако и гаса унутар њих. Поремећаји су изгубили статистички карактер и претворили се у динамичке поремећаје потенцијалног типа.

За горње границе њихове брзине из посматрања реликтне позадине проистичу знатно мање оштра ограничења, а осим тога могу се одржати и поремећаји чије су димензије много мање од димензија једне галаксије.

Примљено марта 1982.

WHAT ARE STELLAR WHIRLS?

S. Ninković, A. Černjin

The article presents various possibilities for the explanation of the origin of rotation of galaxies. A conclusion that neither the primary whirls nor the dynamical perturbances of potential type are able to provide a state of rotation in a galaxy is presented as well.

UDC 539.123

НОВОСТИ О НЕУТРИНИМА

Владан Челебоновић

Народна опсерваторија, Београд

Тридесетих година нашег века, у проучавањима тзв. бета распада, откривена је честица неутрино. Дуго се сматрало да је неутрино, као и фотон, честица без масе. Међутим, експерименти совјетских физичара показали су 1980. године да неутрино има веома малу, али ипак коначну масу. Опширан чланак посвећен открићу масе неутрина и његовом значају за астрофизику објављен је у ,,Васиони" 1980/4. Радови посвећени различитим аспектима физике неутрина веома су бројни у научној литератури. У овом прилогу приказаћемо резултате два недавно завршена истраживања.

Модерна теоријска физика сматра да је Свемир настао у ,,Великој експлозији". Један од главних експерименталних доказа овог тврђења је посматрање микроталасног позадинског зрачења таласне дужине која одговара зрачењу тзв. црног тела на температури од око 3 К. У оквирима данашње космологије сматра се да је ово зрачење настало приближно 10^6 година после Велике експлозије. У различитим интеракцијама елементарних честица у раним фазама еволуције Васионе долазило је и до стварања неутрина. Посматрајући неутринско позадинско зрачење, које је теоријски предвиђено, али још увек није експериментално опажено, могли бисмо добијати информације о стању Свемира само 1 s после Велике експлозије.

Детекција позадинског неутринског зрачења је отежана чињеницом да неутрино веома слабо интерагује са материјом. Услед тога, неки предлози експеримената за његово посматрање имају карактер мисаоних а не практично остварљивих истраживања.

Интересантан предлог поступка за детекцију неутринског фона дат је јула 1981. на IX Међународној конференцији о физици високих енергија и структури језгра у Паризу. На основу теоријских израчунавања, сматра се да неутрини, настали при Великој експлозији, зраче на таласној дужини која, у апроксимацији црног тела, одговара температури од 1,9 К. Овој температури, уз експериментално одређену вредност масе неутрина, одговара највероватнија брзина кретања неутрина од око $3 \times 10^{-3}\, c$, где је c брзина светлости. Приближно истом брзином креће се Сунчев систем кроз нашу Галаксију. Услед тога,посматрач са Земље могао би да запази дневну и сезонску асиметрију неутринског ветра, тј. флукса неутрина који региструје. Неутрински ветар би се, користећи погодне призме, могао фокусирати и управити на веома осетљиву торзиону вагу. На основу померања торзионе ваге, до кога би при томе дошло, могла би се израчунати маса, брзина и густина флукса космолошких неутрина. По речима творца ове идеје (A. de Rujula, CERN) њена једина мана је то што је при садашњем стању развоја технологије неостварива. Чак и најоптимистичније процене параметара неутринског фона показују да ће његова детекција остати у наслеђе будућим генерацијама физичара.

Космолошки неутрини чине гас елементарних честица који се једино може успешно теоријски проучавати применом специјалне теорије релативности и кватне теорије поља. Из основних принципа специјалне теорије релативности следи да ће се масивни неутрини понашати као вискозан гас. Да подсетимо: вискозност је појава унутрашњег трења која постоји и у нерелативистичким флуидима, а условљена је међумолекулским силама. Вискозност флуида карактерише се тзв. коефицијентом вискозности. Двојица холандских физичара, Калкоен и де Грут (Ch.J. Calkoen, S.R. de Groot) са Универзитета у Амстердаму, открили су недавно облик зависности коефицијента вискозности масивних неутрина од температуре T и масе неутрина m. У својим израчунавањима узели су у обзир постојање тзв. слабе интеракције међу неутринима.

Крајњи резултати њиховог истраживања могу се изразити у једноставној математичкој форми, па ћемо их зато навести у целости. На високим температурама, коефицијент вискозности неутринског гаса дат је изразом

$$\eta_v = \frac{k_B T}{c\sigma(T)} \frac{Z^4}{2^6 \cdot 3^2 \cdot \pi} \left(\log \frac{2}{Z} - \frac{11}{6} - \gamma_E \right), \qquad (1)$$

док је на нижим температурама

$$\eta_v = \frac{k_B T}{c\sigma(T)} \frac{5^2}{2^8 \pi^{1/2}} Z^{-\frac{7}{2}} \ . \qquad (2)$$

У једначинама (1) и (2) употребљене су следеће ознаке:

k_B	Болцманова константа	1,3807 10^{-11} J K^{-1}
c	брзина светлости	2,997925 10^8 m s^{-1}
γ_E*	Ојлерова константа	0,577215 6649...
$\hbar$	Планкова константа	1,05459 10^{-34} J s
T	апсолутна температура	
G	гравитациона константа	

$$Z = \frac{m\, c^2}{k_B\, T} \qquad \sigma(T) = \left(\frac{G k_B\, T}{2\,\pi\,\hbar^2\, c^2}\right)^2 .$$

Природно се поставља питање примењивости Калкоеновог и де Груговог открића у астрофизици. Њихов резултат би могао бити веома значајан у покушајима објашњавања постанка галаксија. Овај проблем још увек није решен на потпуно задовољавајући начин. Јасно је да галаксије представљају нехомогености које су се на неки начин формирале после Велике експлозије. Сматра се да су у доба настанка галаксија космолошки неутрини већ постојали, тако да су се галаксије формирале као нехомогености у вискозној средини. Могући утицај гаса вискозних неутрина на процес формирања галаксија није испитан, а могао би представљати интересантан допринос проучавању ове узбудљиве проблематике.

Примљено марта 1982.

Литература

1. De Rujula A.: 1982, Proceedings of the Ninth International Conference on High Energy Physics and Nuclear Structure, Versailles 6—10 July 1981, објављено у Nuclear Physics A 374,619 с.
2. Calkoen, Ch. J. and de Groot, S. R.: 1982, Physica 110 A, 222.

NEW INVESTIGATIONS OF NEUTRINOS

V. Čelebonović

Results of two new investigations of neutrino physics are presented together with their possible astrophysical implications.

Povodom 350- godišnjice smrti Johannesa Keplera (1571—1630)

UDC 52(092):92

KRATAK PREGLED HRONOLOGIJE ŽIVOTA I RADA JOHANNESA KEPLERA

Dragan Trifunović, Šumarski fakultet, Beograd
Jurij A. Belij, Nikolaev, SSSR

U vremenu kada su istraživali Keplerove logaritamske tablice i time utvrdili metodologiju njihovog nastanka[1]), autori ove hronologije radili su i na kratkom pregledu života i rada Johannesa Keplera. Ovaj rad izložen je u ovoj hronologiji Keplerovog života, a povodom 350--godišnjice naučnikove smrti.

Za izradu Keplerove hronologije služila nam je knjiga o Kepleru kao osnovni izvor[2]. Docnije, nekoliko stavova hronologije dopunili smo prema knjizi V. V. Miškovića (1892—1976) o Kepleru .

---

[1] J. A. Belyj — D. Trifunović: Zur Geschichte der Logarithmentafeln Keplers, HTM--Schriften. Gresch., Naturwiss., . . . , Lepzig 9(1972), 5—20. Ovaj rad referisan je na više mesta. Primetimo, da su pre Lajpciga autori objavili isti ovaj rad u Beogradu (Dijalektika 6 (1971), 4).

[2] J. A. Belij: Iogann Kepler, Moskva 1971. V. prikaz ove knjige E. Stipanić: Dijalektika 6 (1971), 4, 169—171.

[3] V. V. Mišković: Johannes Kepler, SANU, Beograd 1972. Prvi autor ove hronologije predložio je V. V. Miškoviću da napiše ovu knjižicu i tom prilikom dao mu je kompletan materijal sa naučnog skupa o 400-godišnjici rođenja J. Keplera (Leningrad, 1971).

1571, 27. XII Rodio se Johannes Kepler u gradu Vajlu (Weil) blizu Štutgarta.

1574. Porodica Keplera prelazi u susedni grad Leonberg gde žive do 1580. godine.

1576. Prvo zapažanje i utisak: Kepler posmatra kometu.

1577. Kepler polazi u nemačku školu; ubrzo prelazi u latinsku školu.

1580. Kepleri prelaze u Elmendingen; roditelji mu drže gostionicu „Zur Sonne" u kojoj mali Kepler radi.

1580, 31. I Kepler posmatra pomračenje Meseca.

1583. Kepleri se vraćaju u Leonberg.

1583, 17. V Kepler uspešno polaže prijemni ispit za nižu seminariju.

1584, 16. X Kepler polazi u „gramatičku školu" pri nižoj seminariji u Adelbergu (završava 1586. g.).

1586, 26. XI Kepler polazi u višu seminariju u Maulburnu (završava 1589. g.).

1588, 25. IX U Tibingenu Kepler dobija stepen bakalaureusa.

1589, 17. IX Započinje evangelističke teološke studije na Tibingenskom univerzitetu.

1589. Po treći put Keplerov otac propada u poslovima; ostavlja porodicu i gubi mu se svaki trag.

1591, 11. VIII Završava studije u Tibingenu i polaže magistarski ispit (kao drugi od petnaest kandidata).

1594, 14. III Na Tibingenskom univerzitetu Kepler ne završava pripreme za Teološki fakultet, već dobija dužnost profesora matematike u protestantskom učilištu u Gracu.

1594, 11. IV* Kepler dolazi u Grac.

1594, 24. V Drži svoje prvo predavanje u Gracu.

* Od ove odrednice datumi su po novom kalendaru.

1594, 1. IX Izlazi iz štampe kalendar za 1595. godinu kojeg je sastavio Kepler.

1595, jul Započinje rad na „Kosmografskoj tajni"; ovo je prvi obimniji Keplerov rad.

1595, 17. XII Kepler upoznaje Barbaru Miler, svoju buduću ženu.

1596, II Odlazi u Tibingen radi štampanja „Tajne" koja izlazi iz štampe septembra iste godine.

1596, IX Kepler započinje prepisku s Galilejem i Tiho Braheom.

1597, 27. IV Kepler se ženi Barbarom Miler iz Štajerske.

1597, IV Dobija prvi Tihoov poziv na saradnju.

1597, 28. IX Protestantski učitelji i propovednici moraju u roku od osam dana da napuste zemlju. Jedino je Kepler izuzetak.

1598, 2. II Kepleru se rodio prvenac — sin Henrih (umro je u aprilu iste godine).

1599, VI Rođenje ćerke (umrla u julu iste godine).

1599, XII Kod Keplera sazreva odluka da pređe u Prag.

1600, 1. I Odlazi u Prag (boravi 15 dana) radi sastanka sa Braheom.

1600, 4. II Keplerov prvi sastanak sa Tiho Braheom, u Benateku.

1600, 1. VI Kepler se vraća u Grac iz Praga.

1600, 10. VII Kepler posmatra u Gracu pomračenje Sunca pomoću sopstvenih sprava („Crna komora").

1600, 2. VIII Ime Keplera uneto u spisak protestanata koje treba izgnati iz Graca.

1600, 30. IX Kepler sa porodicom prognan iz Graca; odlazi u Prag kod Tiho Brahea.

1600—1606. Proučava zakonitosti pri kretanju planeta; stvara „Astronomia nova".

1601, 24. X Smrt Tiho Brahea.

1601, 6. XI Kepler postaje „carski matematičar".

1601, XII	Kepler dolazi do drugog zakona o kretanju planeta („Zakon površina"); naslućuje infinitezimalni metod.
1602, 9. III	Kepler prima prvu ugovorenu platu.
1602, VII	Rođenje ćerke Suzane (prvo dete u porodici koje će nadživeti oca).
1603.	Kepler radi na optičkim istraživanjima.
1604.	Izlazi iz štampe „Optički deo astronomije".
1604, 18. XII	Kepler piše Fabriciusu i saopštava mu da istina leži između kruga i ovale „upravo kao da je Marsova putanja elipsa".
1605, IV	Dolazi do prvog zakona o kretanju planeta.
1605, 11. X	Kepler pismom izveštava Fabriciusa da je Marsova putanja elipsa.
1606.	Izlazi iz štampe „O novoj zvezdi".
1607, 28. V	Kepler u uverenju da vidi Merkurov prolaz ispred Sunca, posmatra na Sunčevoj površini grupu pega.
1607, XII	Rođenje sina Ludviga, docnije doktor medicine.
1609, V	Izlazi iz štampe „Astronomia nova" u Hajdelbergu gde su izložena prva dva zakona o kretanju planeta.
1610, 1. II	Kepler izveštava Maginka da je sve primerke knjige prodao štamparu, jer dotle nikakvu nagradu nije primio.
1610, 15. III	Kepler doznaje da je Galilej otkrio „četiri nove planete", pomoću durbina sa dva sočiva.
1610, 8. IV	Kepler dobija primerak Galilejeva „Sidereus Noncius-a".
1610, 19. IV	Kepler odgovara i čestita Galileju; iste godine objavljuje i šalje Galileju svoje delo „Dissertatio cum Nuncio Sidereo".
1610, VIII	Nastavlja optička istraživanja; nov sistem teleskopa.
1611.	Izlazi iz štampe „Dioptika".
1611, 19. II	Keplerov sin, ljubimac Fridrih umire od boginja (rođen 1603).
1611, IV	Kao „lukavi kalvinista" dobija otkaz i mora napustiti Prag.
1611, V	Boravi u Lincu i traži novu službu.
1611, 11. VI	Kepleru stiže izveštaj o postavljenju u Lincu.
1611, 3. VII	Kepleru umire prva žena Barbara.
1612, 20. I	Smrt cara Rudolfa koji je mnogo pomogao Kepleru u Lincu.
1612, III	Car Matija potvrđuje Keplera kao „carskog matematičara".
1612, IV	Sa porodicom napušta Prag i doseljava se u Linc.
1612, XII	Keplera pozivaju da prisustvuje sednici o reformi kalendara u Regensburgu.
1613, 30. IX	Kepler se po drugi put ženi; uzima Suzanu Rejtinger.
1613, XI	Radi na približnom izračunavanju zapremine bureta; napisao „Stereometriju vinskih buradi".
1614.	Na Veneri Kepler proverava svoje zakone o kretanju planeta (1615. god. na Merkuru).
1615.	U Lincu izlazi iz štampe Keplerova „Stereometrija".
1617.	Izlazi prvi deo „Kopernikova astronomija" (1619. god. ova knjiga je u Vatikanu uneta u spisak zabranjenih knjiga).
1617, 12. X	Prvi odlazak u Virtemberg zbog procesa protiv Keplerove majke.
1618, 15. V	Kepler dolazi do znamenitog trećeg zakona o kretanju planeta.
1619.	Kepler objavljuje svoje glavno delo „Harmonices mundi", u Lincu.
1619, 10. V	Katolička crkva stavlja na indeks Keplerovo delo „Epitome . . ."

1619.	Kepler započinje rad na sastavljanju sopstvenih logaraitamskih tablica (rad je završio 1622.
1620, 6. IX	Po drugi put odlazi u Virtemberg zbog suđenja majci.
1620.	Izlazi drugi deo „Kopernikove astronomije".
1621.	Izlazi treći deo „Kopernikove astronomije".
1622, IV	Smrt majke.
1622.	Kepler sastavlja i objavljuje „Catalogus librorum" (do 1622. godine).
1623.	Šikard saopštava Kepleru da je izradio računsku mašinu.
1624, VII	Kepler završava mnogogodišnji rad na sastavljanju tablica novih planeta.
1624.	Putuje u Beč zbog štampanja „Tabulae Rudolfinae".
1624.	Izlaze Keplerovi „Logaritmi".
1625.	Kepler ponovo boravi u Beču.
1625, VII	Izdaje „Dopune" logaritamskim tablicama.
1626, 10. XI	Kepler sa porodicom napušta Linc i prelazi u Ulm. Ovde intenzivno Kepler radi na „Tabulae Rudolfinae".
1627, IX	Završeno štampanje „Tablica".
1627, 29. XII	Kepler boravi u Pragu.
1628, VII	Kepler dobija traženi otkaz iz službe austrijskih Staleža i dolazi u Sagan.
1629, XII	U štampariji Sagana rade se Keplerove „Efemeride" i uređuje svoj rukopis „San".
1630, III	Udaje se Keplerova ćerka Suzana.
1630, 18. IV	Rodila se poslednja Keplerova kći Ana-Marija.
1630, IV	Kepler boravi tri nedelje u Valenštajnovoj rezidenciji u Gritschin-u.
1630, 8. X	Kepler kreće na put u Linc.
1630, 2. XI	Kepler stiže u Regensburg i naglo oboli.
1630, 15. XI	Kepler umire.
1630, 17. XI	Kepler je sahranjen u Regensburgu.

Primljeno septembra 1981.

SHORT REWIEW OF CHRONOLOGY AND WORK OF JOHANNES KEPLER

D. Trifunović, J. Belij

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

UDC 520.224.3.066.8

APLANATSKI KATADIOPTRIČKI TELESKOP

Dragan Mikešić
Astronomsko društvo „R. Bošković"

Teleskopi velikog relativnog otvora u rasponu od $A = 1:3,5$ do $A = 1:5$ vrlo su popularni među amaterima astronomima, jer se uz upotrebu kratkofokusnih okulara žižne daljine oko 30 mm dobija velika izlazna zenica, a time i visok sjaj difuznih objekata i veliko vidno polje, naročito zahvalno pri posmatranju Mlečnog Puta. Ovom tipu instrumenata pripadaju skoro sve vrste binokulara. U anglo-američkoj literaturi ovi teleskopi nazivaju se teleskopima bogatog polja (*rich field telescopes*).

U ovoj klasi instrumenata najbrojniji su reflektori Njutnovog tipa. Zbog nekorigovane kome, Njutnovi reflektori imaju ograničeno kvalitetno vidno polje i to utoliko manje ukoliko je veći relativni otvor.

Koma raste proporcionalno kvadratu relativnog otvora pa će tako teleskop sa relativnim otvorom $A = 1 : 4$ imati četiri puta veću komu i isto toliko puta manje korisno vidno polje nego teleskop sa $A = 1 : 8$. Ipak, zbog velike kompaktnosti, perfektnog ahromatizma, jednostavne izrade a samim tim i niske cene ovaj se teleskop masovno koristi. Postoji međutim, mogućnost da se svim njegovim dobrim osobinama doda ona koja je sada njegov najveći nedostatak — korekcija kome.

U svome radu u kojem je izložio primenu menisk-teleskopa, koji danas nosi njegovo ime, D.D. Maksutov je kao jednu mogućnost naveo stavljanje meniska u konvergirajući snop reflektovan od sfernog ogledala. Ovde menisk koriguje sfernu aberaciju sfernog ogledala. Nažalost, hromatska korekcija ovog tipa teleskopa daleko je od perfektne, i sam Maksutov navodi da bi u tom pravcu trebalo nastaviti istraživanja.

S druge strane svi najveći teleskopi današnjice imaju objektive sa paraboličnim, ili vrlo blisko paraboličnoj formi, ogledalom i već pri gradnji Palomarskog teleskopa od 5 m razmišljalo se o korekciji kome njegovog ogledala. F. Ross je 1935. predložio umetanje afokalnog sistema od dva sočiva ispred fokusa ogledala koji koriguje komu ne unoseći znatniju sfernu aberaciju. Na principu Ross-ovog dubleta izrađeni su mnogi korektori za velike teleskope koji povećavaju desetine puta njihovo korisno fotografsko polje. Za manje teleskope bilo bi moguće napraviti takav korektor, ali to znači da treba izraditi 4 površine, koje bez antirefleksionih slojeva unose dodatne svetlosne gubitke. Znatno bolje rešenje je upotrebiti menisk u konvergirajućem snopu kao što je to predložio Maksutov, ali ne sa sfernim već paraboličnim ogledalom. U odnosu na Rossov dublet ovo rešenje ima prednost što unosi manji astigmatizam i distorziju, pored jednostavnije izrade i manjih svetlosnih gubitaka. Doduše menisk unosi mali hromatizam uvećanja, koji bi u astrometriji bio nedopustiv, ali vizuelno je on neprimetan.

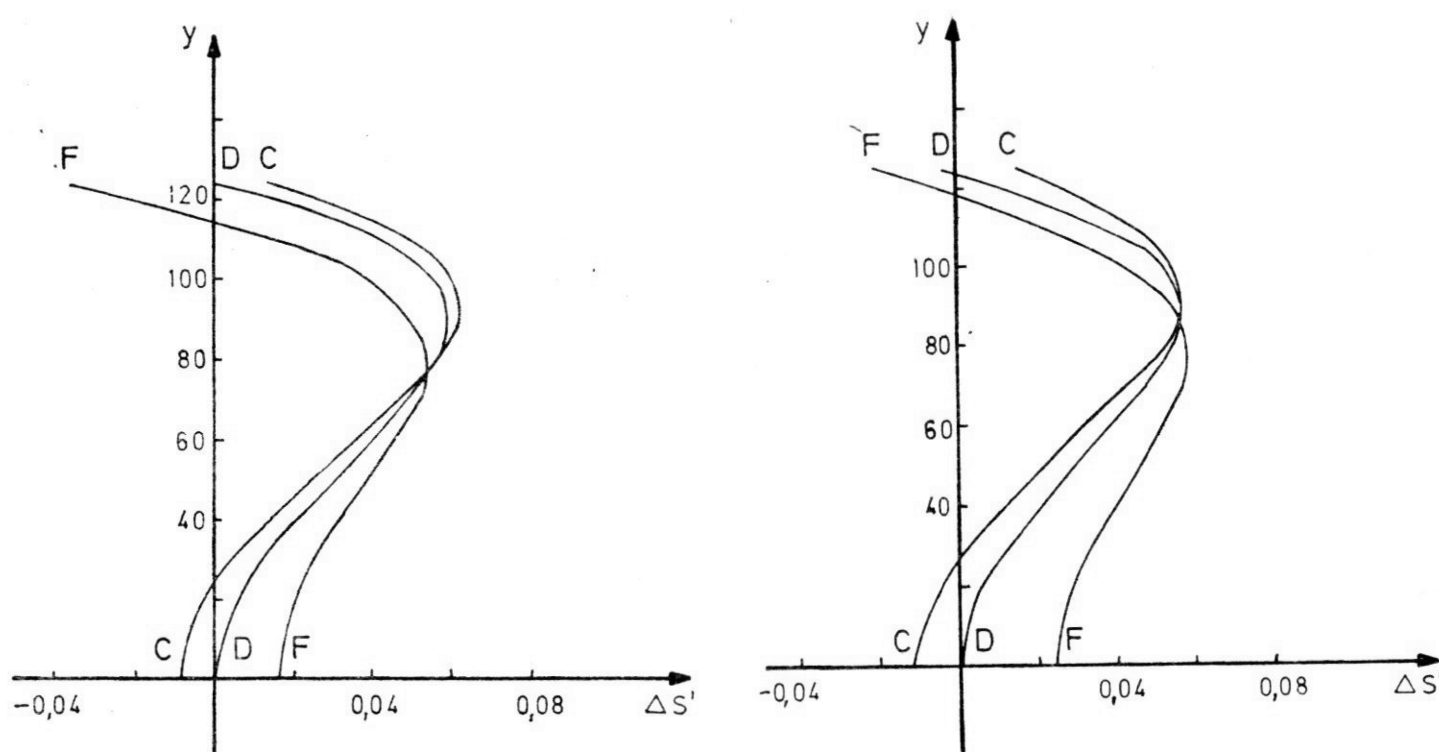
Menisk jednakih krivina sa paralelnim hodom zraka (kroz njega) u prvoj aproksimaciji ne unosi sfernu aberaciju, ali ukoliko je njegova debljina veća, veća je koma koju on unosi. Pogodnim izborom debljine meniska može se postići da on potpuno koriguje komu paraboličnog ogledala. Teorijski, takav se menisk može staviti bilo gde između ogledala i njegovog fokusa. Praktično menisk ne bi smeo biti dalje od fokusa više od 1/3 fokusnog rastojanja, jer bi centralno ekraniranje prešlo 1/3 što bi znatno degradiralo difrakcioni lik zvezde. U pogledu astigmatizma baš je taj položaj najpovoljniji. Ukoliko bi se menisk nalazio bliže žižnoj ravni uneti astigmatizam bi bio znatno veći a i konstrukcijski bi bilo problema oko montiranja meniska.

Konstruktivni elementi jednog takvog sistema, nađeni trigonometrijskim računom hoda zraka kroz sistem, su sledeći:

$R_1 = +2000$ $e_1^2 = +1$ $d_1 = 699{,}2$ $D_1 = 250$
$R_2 = —163{,}49$ $d_2 = 27{,}9$ $D_2 = 75{,}2$
$R_3 = —163{,}49$ staklo $n = 1{,}517$ $\nu = 64{,}5$
$s' = 300{,}7$ $F = 1002{,}9$ $A = 1 : 4$

Longitudinalnu sfernu aberaciju $\Delta s'$ ovog sistema pokazuje sl. 1 za $C(\lambda = 656{,}3$ mm), $D(\lambda = 589{,}3$ mm) i $F(\lambda = 486{,}1$ mm) liniju spektra.

U poređenju sa ahromatskim objektivom ili objektivom Maksutova, menisk korektor kome ima tri puta manji prečnik i devet puta manju masu vrlo skupog optičkog stakla. Kod Maksutova, kao i kod ahromatskog dubleta, potrebno je pri izradi zadovoljiti vrlo uske tolerancije u pogledu radijusa zakrivljenosti. Naročito kritična je razlika radijusa zakrivljenosti, meniska kod Maksutova, i druge i treće površine kod ahromata. Kod menisk kompenzatora kome nije potrebno čak ni naročito precizno meriti radijus zakrivljenosti jedne od površine meniska, jer se u slučaju odstupanja od zadate vrednosti menisk treba samo da pomeri malo dalje ili bliže ogledalu, i to onoliko koliko se pogreši procentualno u radijusu toliko u procentima rastojanja od fokusa treba pomeriti menisk. U toku brušenja radijusi se lako mogu držati jednaki slično načinu kako se bruse ravna ogledala, metodom tri stakla. Brušenjem matrica kojima se bruse konkavna i konveksna strana meniska jedne na drugoj, sprečava se odstupanje zakrivljenosti površina meniska. Kasnije se matrice mogu



Sl. 2. pokazuje aberacije ovog objektiva. Sve linearne dimenzije su u milimetrima.
$\Delta s'$ — *longitudinalna sferna aberacija*

ispolirati i poređenjem interferencionim testom sa površinama meniska ustanoviti pravilnost površina i razlika njihovih radijusa zakrivljenosti.

Nešto bolja hromatska korekcija može biti postignuta ako se radijus zakrivljenosti konveksne strane meniska malo skrati u odnosu na radijus zakrivljenosti konkavne strane. Pri tom se svi zraci sa zone $y/H = 0{,}707$ dovode u zajednički fokus. Ovo je uobičajen kriterijum pri proračunu modernih objektiva. Konstruktivni elementi ovakvog sistema su sledeći:

$R_1 = +2000$	$e_1^2 = +1$	$d_1 = 678{,}6$	$D_1 = 250$
$R_2 = -183{,}3$		$d_2 = 32{,}54$	$D_2 = 80{,}4$
$R_3 = -182{,}54$		staklo $n = 1{,}517$	$\nu = 64{,}5$
	$s' = 320$	$F = 1001{,}7$	$A = 1:4$

S obzirom na malu razliku radijusa zakrivljenosti kontrola može biti sprovedena interferencijom a interesantna je mogućnost kontrole pomoću posmatranja zvezda gde su na osnovu merenja rastojanja meniska i ogledala u položaju minimalne sferne aberacije, što se lako utvrđuje okularskim probama, može ustanoviti da li je razlika radijusa zakrivljenosti bliska zahtevanoj. Pri tome treba znati približnu vrednost radijusa zakrivljenosti meniska.

Aberacione krive oba sistema pokazuju da je zonalna sferna aberacija sistema mala, kao i hromatizam na osi. Talasna aberacija sistema je oko $\lambda/9$ za prečnik ogledala od 250 mm i $\lambda/15$ za prečnik ogledala od 150 mm. Trigonometrijski proračun pokazuje da je korekcija kome, u granicama tačnosti, računanja, potpuna. Jedine aberacije su, astigmatizam oko dva puta veći nego kod samog ogledala, hromatizam uvećanja 0,084 % i Petzvalova krivina polja ista kao kod samog ogledala, pošto afokalni menisk tu ne unosi nikakvu promenu.

Opitni primerak teleskopa sa ogledalom 165/630 i meniskom Ø 55 mm od oftalmičkog krona $n = 1{,}523 \nu_3 = 58{,}6$ uz približne krivine R_2 i $R_3 = 106$ mm i debljinu 16,5 mm (oko 1,7 mm manje nego što je potrebno za potpunu korekciju kome) potpuno je ispunio očekivanja u pogledu kvaliteta slike. Približno kvalitet slike je isti kao kod refraktorskog objektiva istog relativnog otvora, uz jednu bitnu prednost — perfektan ahromatizam. Kod ovog teleskopa vidno polje u kome je kružić minimalnog raspršenja manji od difrakcionog diska, povećano je u odnosu na parabolično ogledalo sa 2,5' na 28'. Pri minimalnom povećanju pri kome je vidno polje najveće, aberacije oka i okulara su dominantnije i verovatno ni idealno korigovan objektiv ne bi dao bolju sliku.

(Nastavak na str. 61.)

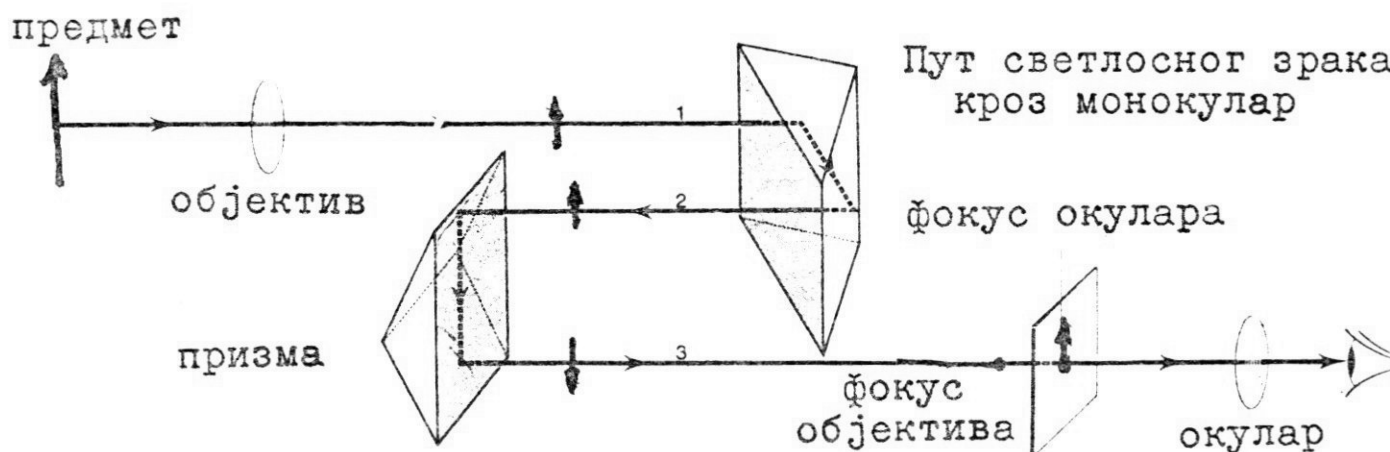
ODGOVORI NA PITANJA

SNEŽANA MARTINOVIĆ iz Beograda pita, koji su glavni pokazatelji karakteristika ručnog dvogleda i koji je pogodan za astronome amatere.

Dvogled se sastoji od dva terestrička teleskopa sa prizmama, tzv. monokulara. Monokular se sastoji od objektiva, okulara i dve prizme. Objektiv monokulara stvara umanjen, stvaran i obrnut lik. Lik ispravljaju dve prizme sa totalnom refleksijom. Zbog prizmi svetlosni zraci tri puta prelaze gotovo celu dužinu monokulara, te je on zato dosta kraći od odgovarajućeg terestičkog teleskopa bez prizmi.

jektiva i uveličanja monokulara daje važnu karakteristiku dvogleda — prečnik izlazne zenice. To je ona svetla površina okulara koju vidimo kada dvogled okrenut svetlosnom izvoru udaljimo 25 cm od sebe. Izlazne zenice dvogleda kreću se od 3 do 5 mm, jer se u tim granicama kreće prečnik čovekove zenice. Kod gore pomenutog dvogleda prečnik izlazne zenice okulara je 50 mm : 7 = 7,1 mm, te se zbog toga njime vrlo dobro vidi u sumrak, za vreme dobre mesečine i u izmaglici.

Pomenimo ovde da je na objektive često nanet plavi, ili zeleni antirefleksioni sloj, koji smanjujući refleksiju upadnih zraka povećava svetlosnu jačinu i poboljšava kontrast likova.



Prizme čine većim razmak između dva objektiva u odnosu na zenice, te se zato s njime postiže dobar stereoskopski efekat; predmeti zadržavaju svoju prostornost, plastičniji su nego kada ih posmatramo samo očima.

Uveličanje dvogleda. Zadatak dvogleda je da uveća vidni ugao pod kojim se posmatra neki predmet, te nam izgleda da dvogled približava tela. Ugravirani brojevi na dvogledu, recimo 7x50, znače da je uveličanje monokulara 7 puta, a prečnik objektiva 50 mm. Dvogled sa uveličanjem od 7x omogućava da vidimo predmet udaljen 700 metara, na isti način kao kada ga posmatramo očima na daljini 100 metara. Dvogledi sa većim uveličanjima, i do 20x, nepodesni su za posmatranja iz ruku, slika im igra i na otkucaje srca posmatrača, te je za njih neophodan oslonac — stativ.

Prečnik objektiva određuje svetlosnu jačinu dvogleda, odnosno jasnoću lika pojedinih predmeta. Odnos prečnika ob-

Širina vidnog polja dvogleda izražava se u stepenima ugla, ili u metrima — broj metara sa skale udaljene 1000 metara, koji ulaze u vidno polje. Pomenuti dvogled ima vidno polje 7°. Dvogledi sa malim uveličanjima — pozorišni dvogledi, imaju vidno polje do oko 15°.

Dvogledom se mogu ocenjivati uglovi, ako je ugrađena skala (končanica se nalazi u fokusnoj ravni objektiva). Iz poznatih dimenzija posmatranih predmeta i njihovih ugaonih veličina lako je izračunati njihovu udaljenost.

Astronomska posmatranja. Zbog malih prečnika objektiva, malih uveličanja i nemogućnosti menjanja okulara, ručni dvogledi su nepodesni za većinu ozbiljnih amaterskih astronomskih posmatranja, ali svakako su mnogo bolji od golog oka. Među ručnim dvogledima, veličinom izlazne zenice i veličinom vidnog polja posebno se ističe dvogled 7x50. Ovim dvogledom se pri dobrim atmosferskim prilikama mogu videti i zvezde 10. veličine.

Dvogledi su korisni u sledećim posmatranjima:

— zbog velikog vidnog polja dobri su kao tražioci pre teleskopskih posmatranja: zvezda i zvezdanih sistema, sjajnih kometa i malih planeta, Urana, Neptuna...

— široko vidno polje čini ih pogodnim za određivanje sjaja promenljivih zvezda, jer se u njemu često nalazi dovoljno poredbenih zvezda,

— za posmatranje slabijih meteora u meteorskim radijantima.

— dobra svetlosna jačina omogućava da se za vreme pomračenja Meseca vide relativno dobro detalji na Mesecu. Pri tim posmatranjima dvogled daje verniji prikaz boja nego teleskop.

— za posmatranja čiji je cilj određivanje trenutaka okultacija.

— filteri dvogleda znatno smanjuju hromatsku aberaciju. Narandžasti filter je na primer dobro koristiti u sumrak: dobro odseca plavu boju neba, te se zato nebeska tela lakše uočavaju i kontrastnije vide.

(Milan Jeličić)

MARINO FONOVIĆ iz Plomina se interesuje za adrese preduzeća preko kojih se može nabaviti strana literatura.

Uspeli smo da nabavimo tri adrese u Beogradu na koje se možete obratiti. To su: »NOLIT«, odeljenje uvoz-izvoz, Terazije 13/VIII, »PROSVETA«, Terazije 16; i »JUGOSLOVENSKA KNJIGA«, Terazije 27. Strani časopisi i knjige se mogu naručiti i kod preduzeća u drugim većim gradovima.

MILAN STOJANOVIĆ iz Belog Manastira pita šta bi mogao da fotografiše teleskopom REVUE 110/900 mm i fotoaparatom PRAKTICA PCL 3. Ujedno pita za literaturu.

Teleskopom koji posedujete možete uspešno da fotografišete praktično sve što se kroz njega vidi: Sunce, Mesec, planete, dvojne i promenljive zvezde, zvezdana jata, magline, Mlečni Put, komete, pomračenja i prolaze planeta, okultacije...

Da bi se fotografisalo u žižnu ravan teleskopa treba da se postavi film. To je najlakše uraditi tako da se napravi odgovarajući adapter (sa navojima ili bajonet) kojim se fotoaparat pričvršćuje na teleskop. Pogodno je da se unutar adaptera omogući postavljanje drugog sočiva — okulara ili barlova, kako bi se mogla menjati žižna daljina teleskopa—kamere. O ovome je pisano u VASIONI 1979/3.

O fotografisanju nebeskih objekata pisano je u VASIONAMA br. 1978/3—4, 1979/1, 1979/2, 1981/1, 1981/2—3 i 1981/4. Takođe je o astrofotografiji pisano u brojevima 1965/3 i 1965/4, koji su nažalost rasprodati. Od ostale literature preporučujemo: Texereau. J., Vaucouleurs, G.: l'Astrophotographie d'Amateur, Revue d'Optiqe Th. et instr., Paris, 1954. i Rackham, T.: Astronomical photography at the telescope, Faber, London, 1972. Za potpune početnike u fotografiji preporučujemo: Jeremić, Ž.: Džepni fotografski priručnik, Tehnička knjiga, Beograd, 1976.

(T. A. i N. Č.)

SRĐAN ĐURKOVIĆ iz Titograda se žali da su likovi Jupitera i Saturna sitni i sa malo detalja iako bi po karakteristikama Iskrinog kompleta reflektora prečnika 140 mm trebalo da budu zatno veći.

Obzirom na opis veličine Meseca u vidnom polju teleskopa koji ste sastavili od Iskrinog kompleta proizilazi da imate uvećanje od oko 80 puta. To znači da je žižna daljina Vašeg okulara 18 mm, a ne 6 mm kako ste mislili. Da bi ste dobili veće povećanje morate da upotrebite okular manje žižne daljine.

(T. A. i N. Č.)

ASTRONOMSKI PODSETNIK

Od više čitalaca dobili smo pismo u kojima nas mole da im pošaljemo uputstva za posmatranje Jupitera. Odazivamo se molbi i donosimo prvi deo članka.

AMATERSKO POSMATRANJE JUPITERA (I)

Planetska astronomija, zahvaljujući pre svega savremenim automatskim letelicama, pobuđuje sve više pažnje. No moćni aparati se retko upućuju ka drugim planetama, pa su i klasična posmatranja se površine Zemlje još uvek značajna.

OPŠTE NAPOMENE

Najmanji teleskop koji dobro može da posluži za ozbiljnije posmatranje planeta mora da ima prečnik od bar 10 cm. Manji teleskop omogućuje da se zapaze samo manji detalji.

Sa rastojanja od 1 AJ Jupiter se vidi kao elipsoid čiji je ekvatorski prečnik 195",4, a polarni 183",6. Ugaone dimenzije Jupitera, kada se nalazi na nekom drugom odstojanju od nas dobijamo ako navedene vrednosti podelimo sa odstojanjem (izraženim u AJ). Tako, ako se Jupiter nalazi na 4,2 AJ od Zemlje njegov ekvatorski prečnik mora da iznosi 46".

Spljoštenost Jupitera iznosi 1/16. Odnos ekvatorskog i polarnog prečnika je 1/0.939, pa šabloni (koje treba unapred pripremiti) treba da bude oblika elipse čija je mala poluosa (b) 0,939 vrednosti velike poluose (a), t. j. b=0,939 a.

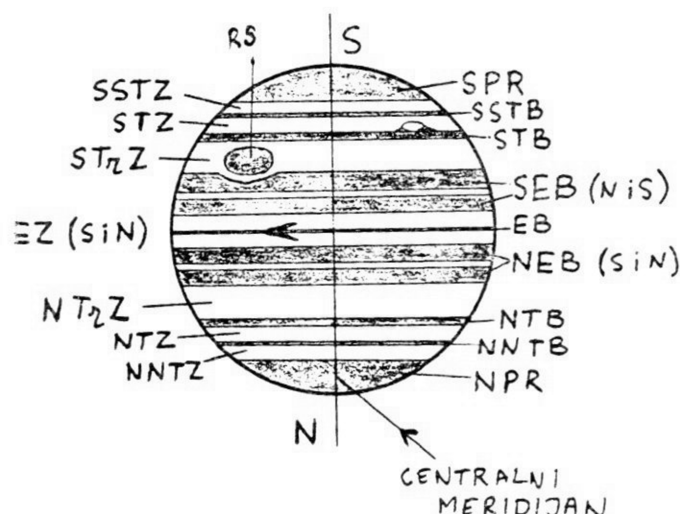
Kada se posmatra golim okom Jupiter je tačkasti izvor izrazito žute svetlosti, sjaja oko —2,5 prividne veličine. U teleskopu njegov lik postaje pun detalja a u neposrednoj blizini se mogu uočiti četiri Galijeva satelita: Io, Evropa, Ganimed i Kalisto. Promene u izgledu planete i rasporedu satelita su relativno brze što posmatranja čini zanimljivim i zahteva uvežbanost.

Osnovni detalji koji se na Jupiteru mogu da zapaze su pojasevi i zone. To su slojevi u atmosferi koji se nalaze na različitim visinama. Pojasevi su tamni, a zone svetle. Uobičajena je upotreba engleskih skraćenica njihovih naziva:

SPR južni polarni region
SSTB južni južni umereni pojas
STB južni umereni pojas
SEB (N i S) južni ekvatorski pojas (severni i južni)
EB ekvatorski pojas
NEB (S i N) severni ekvatorski pojas (južni i severni)
NTB severni umereni pojas
NNTB severni severni umereni pojas
NPR severni polarni region
SSTZ južna južna umerena zona
STZ južna umerena zona
STrZ južna tropska zona
EZ (S i N) ekvatorska zona (južna i severna)

NTrZ severna tropska zona
NTZ severna umerena zona
NNTZ severna severna umerena zona
RS Crvena Pega

Najburnije promene dešavaju se u SEB, NEB i EZ. Tu se zapažaju svetle i tamne pege, ispupčenja, udubljenja, mostovi i prekidi kao i drugi oblici.



Crtež je načinjen onako kako se vidi u teleskopu (jug — gore, zapad — levo). Strelica na slici pokazuje smer rotacije Jupitera.

UPUTSTVO ZA POSMATRANJE

Posmatrač treba da je opušten. Zbog akomodacije oka za rad se pruporučuje baterijska lampa sa crvenim svetlom. U zavisnosti od kvaliteta slike bira se okular sa optimalnim uvećanjem (za teleskop prečnika D=6 cm optimalno uvećanje iznosi oko 140 puta, a za D=11 cm — oko 250). Potrebno je da se trenutak posmatranja zna sa teškoću od najmanje 1/2 minuta.

Velika poluosa šablona na kome se ucrtavaju detalji treba da bude između 1/2 i 2/3 prečnika objektiva korišćenog teleskopa. U toku jedne noći pravi se više crteža, a interval između dva crteža treba da iznosi bar 45 minuta. U šablon se prvo ucrtaju konture osnovnih pojaseva. Zatim se brzo (najviše za 2—3 minuta) i što preciznije ucrtaju osnovni detalji, zabeleži vreme, pa se ucrtaju i ostali detalji i vrši finije senčenje. Na kraju se procenjuju intenziteti pojaseva ili detalja (skala intenziteta: 10— sjaj neba u polju teleskopa, 0 — najsjajniji detalji površine Jupitera). Ukupno vreme ucrtavanja detalja ne sme da pređe 15 minuta. Korisno je unositi i tekstualne primedbe i opise detalja.

Osnovni podaci koje crtež mora da sadrži su: datum, vreme posmatranja (u svetskom vremenu — TU), oznaka instrumenta i korišćeno povećanje, napomena o opštim posmatračkim uslovima i procena kvaliteta slike (skala: 1 — najlošije,

5 — najbolje). Takođe treba uneti i podatke o ugaonom prečniku Jupitera, širini centra diska i položaju centralnog meridijana (o ovim veličinama biće reči u sledećem nastavku).

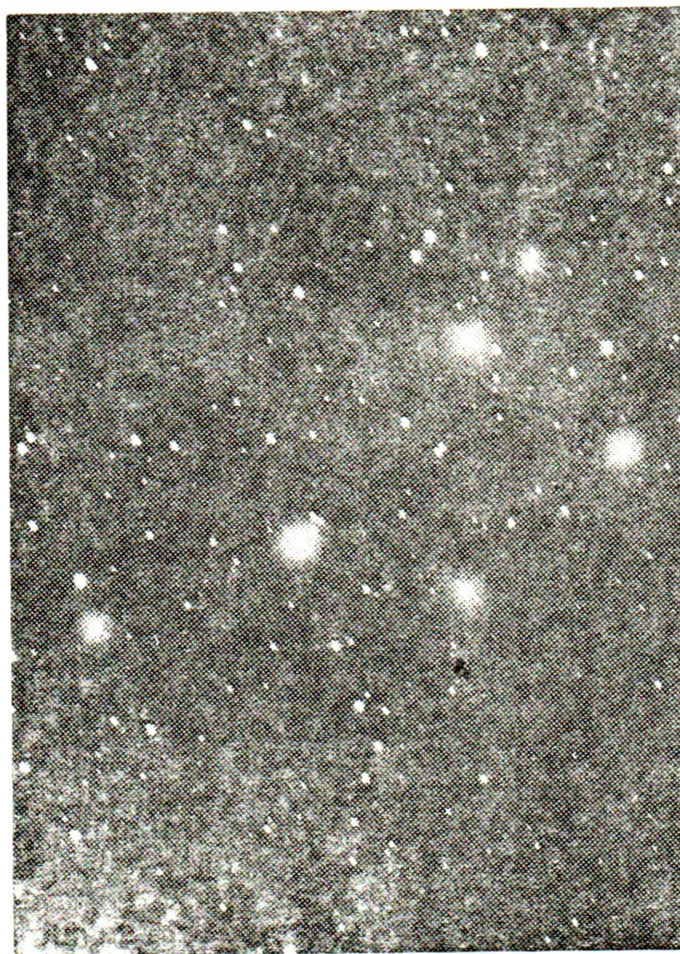
(Lj. Jovanović)

U sledećem broju: određivanje koordinata detalja na Jupiteru.

PISMA UREDNIŠTVU

DRAGAN MIKEŠIĆ iz Niša poslao nam je nekoliko uspelih fotografija nebeskih objekata (neki raniji snimci već su objavljeni u VASIONI). Sve fotografije su snimljene u primarnom fokusu njutnovog refraktora 165/630 mm, koji je Dragan sam napravio. Korišćen je fotoaparat PRAKTICA L, film, HP-5, razvijač D-11 (7 minuta, 23°). Objavljujemo ovom prilikom fotografiju poznatog zvezdanog jata M45, Vlašići. Snimak je načinjen 6. 10. 1981. godine u 3 h SEV, ekspozicija 10 minuta. Sever je na snimku gore.

(N. Č.)



REČNIK ASTRONOMIJE

Otoni. U poslednje vreme za klasu objekata koje opisuje opšta teorija relativnosti (crne, bele i sive jame) sve češće se u sovjetskoj literaturi upotrebljava naziv otoni.

Kosmička cenzura. Pod kosmičkom cenzurom, podrazumeva se tvrđenje da se singularnosti obrazuju u takvim prostorno-vremenskim oblastima (crnim jamama) koje nikad ne može napustiti ni zahvaćena tvar ni svetlost. Za udaljenog posmatrača singularnosti su skrivene ispod horizonta događaja (sfere Švarcšildovog radijusa). Drugim rečima, hipoteza kosmičke cenzure, koju je 1969.godine postavio Rodžer Penrouz (Roger Penrose), ne dopušta postojanje golih singularnosti.

(R. P.)

NAGRADNI ZADATAK

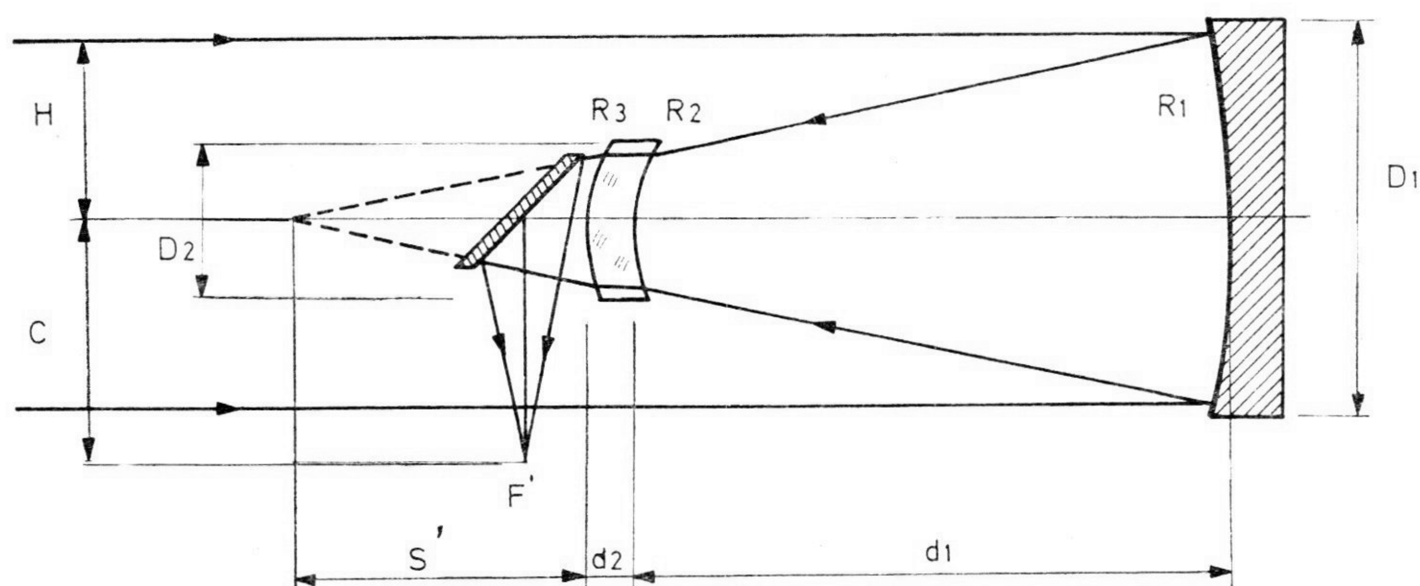
Uređivački odbor je odlučio da se od ovog broja u svakom DODATKU objavi po jedan **nagradni zadatak.** U narednom broju objavićemo imena onih čitalaca koji zadatak tačno reše, kao i samo rešenje. Rok za slanje rešenja zadataka u ovom broju je 15. 11. 1982.

ZADATAK:

Odredite časovni ugao Arktura, Regulusa i Prociona u Vašem mestu 1. 4. 1983. godine u 21 h SEV.

(Uputstvo: koristite Kartu severnog neba, Astronomske efemeride za 1981. i 1982. i VASIONU 1982/3.)

OBAVEŠTENJA — OGLASI



Sl. 3.

R_1 — *aksijalni radijus zakrivljenosti paraboličnog ogledala*
R_2 — *radijus zakrivljenosti prve, konkavne površine meniska*
R_3 — *radijus zakrivljenosti druge, konkavne površine meniska*
D_1 — *prečnik paraboličnog ogledala*
D_2 — *prečnik meniska*
e_1 — *kvadrat ekscentriciteta paraboličnog ogledala*

d_1 — *rastojanje od ogledala do prve površine meniska*
d_2 — *debljina meniska*
s' — *rastojanje od zadnje površine meniska do fokusa sistema zadnji odrezak sistema*
F — *ekvivalentna žižna daljina*
$A = D_1/F$ — *relativni otvor*
n — *indeks prelamanja stakla*
ν — *disperzija stakla (Abbeov broj)*

Za fotografsku primenu ovaj tip teleskopa daje veće vidno polje nego samo parabolično ogledalo ali ipak da bi se moglo snimati na format filma 24 × 36 mm treba blizu fokusa dodati asferni korektor astigmatizma kao što su za Ritchey-Chretien teleskope predložili Gascoigne i Bowen. Izvesno povećanje korisnog vidnog polja može biti postignuto i dodavanjem Piazzi-Smythovog sočiva koje ispravlja krivinu polja.

Za menisk se može upotrebiti bilo koje staklo sa visokim Abbeovim brojem, da se hromatizam ne bi nepotrebno uvećavao. Stakla višeg indeksa prelamanja daju pri tom nešto manju zonalnu sfernu aberaciju.

Trigonometrijski proračun je obavljen na džepnom računaru Texas SR-51 koji ima 11-to cifarsku tačnost.

Za velike žižne daljine potrebna debljina meniska može otežavati nalaženje odgovarajućeg staklenog diska. U tom slučaju da bi se smanjila debljina meniska treba ga smestiti bliže fokusu ogledala. Time se smanjuje rezidualna prekokorigovanost koju unosi menisk i povećava astigmatizam.

Pri montaži meniska na nosač ravnog diagonalnog ogledala treba obratiti pažnju na činjenicu da optička osa ne prolazi kroz centar diagonalnog ogledala i da zato menisk treba da bude pomeren par milimetara prema prebačenoj žižnoj tački teleskopa, F'. Potreban pomeraj može biti izračunat po sledećoj formuli:

$$\Delta = H^2 \times C/(F^2 - H^2)$$

gde je sa F obeležena žižna daljina objektiva.

Primljeno septembra 1981.

LITERATURA

Born, M., Wolf, E.:1973, *Osnovi optiki*, Nauka, Moskva.
Bulletin, C.: 1972, Sky Publishing Co., Cambridge. Mass.
Ingalls, A. ed., 1979, *Amateur Telescope Making III*, Scientific American Inc., New York.
Maksutov, D.: 1946, *Astronomičeskaja optika*, Gostehizdat, Moskva.
Maksutov, D.: 1944, *JOSA*, 34, 340.
Miheljson, N.: 1976: *Optičeskie teleskopi*, Nauka, Moskva.
Popov, G.: 1980, *Asferičeskie poverhnosti v astronomičeskoi optike*, Nauka, Moskva.

APLANTIC CATADIOPTRIC TELESCOPE

D. Mikešić

The method for correcting coma of short focus parabolic mirrors using meniscus with equal or nearly equal radius of curvatures in convergent ray beam is described. Complete specifications for two possible solutions are given, together with their curves of residual axial aberration for C, D and F lines of spectrum.

ПРИЛОЗИ НАСТАВИ АСТРОНОМИЈЕ

UDC 529.1 : 524.3 (084)

IZRAČUNAVANJE ZVEZDANOG VREMENA I ODREĐIVANJE IZGLEDA NEBA SA KARTE

Aleksandar Tomić
Narodna opservatorija, Beograd

Zadatak: Izračunati zvezdano vreme u datom trenutku građanskog vremena. Koristeći taj podatak odrediti izgled neba pomoću karte neba.

Potrebna oprema: Godišnjak (efemeride), karta neba, tablice za pretvaranje vremena.

Postupak:

Za izabrani trenutak građanskog vremena izražen u srednjeevropskom vremenu (*SEV*) prvo treba izvršiti prelaz na svetsko vreme (*TU*). Kako se Jugoslavija nalazi u prvoj časovnoj zoni (istočnoj)

$$TU = SEV - 1\ h.$$

Iz godišnjaka se za određeni datum uzima vrednost zvezdanog vremena u Griniču u prethodnu ponoć (S_0). Za poznatu geografsku dužinu mesta (λ) i izabrani trenutak izražen u svetskom vremenu (*TU*) nalazi se zvezdano vreme iz obrasca

$$s = S_0 + TU + TU\,\mu - \lambda \qquad (1)$$

Ovde je $TU\,\mu$ popravka kojom se vrši prelaz sa intervala srednjeg sunčevog vremena na interval zvezdanog vremena. Vrednosti su date u tabeli na str. 98 Vasione 3-4/75, a biće objavljene i u efemeridama za 1983 g. Za određivanje izgleda neba član $TU\,\mu$ može se izostaviti.

Izgled neba na karti određuje se tako što se najpre odredi rektascenzija koja odgovara meridijanu mesta u tom trenutku, stavljajući prosto

$$\alpha = s.$$

Na tom časovnom krugu treba zatim naći tačku za koju je

$$\delta = \varphi$$

gde je φ geografska širina mesta, a δ označava deklinaciju—drugu koordinatu nanetu na kartu. U zenitu mesta u trenutku s zvezdanog vremena nalazi se tačka na karti za koju je $\alpha = s$ i $\delta = \varphi$. U toku vremena zenit mesta putuje po karti duž malog kruga za koji je deklinacija jednaka geografskoj širini mesta.

Deo neba koji je vidljiv dobija se naznačavanjem tačaka koje su na meridijanu udaljene po 90° ka jugu i ka severu u odnosu na zenit, odnosno koje su na malom krugu kroz zenit udaljene po 6h istočno i zapadno.

Teorijske osnove:

1. U prvom približenju može se smatrati da je Zemljina rotacija ravnomerna. U tom slučaju vremenski razmak između dve uzastopne gornje kulminacije istog, veoma udaljenog tačkastog objekta neke zvezde, predstavljaće zvezdani dan.

Vremenski razmak između dve uzastopne gornje kulminacije središta Sunčevog prividnog diska biće pravi Sunčev dan. (Ovo vreme obeležimo sa t_p). Ovakav vremenski interval nije iste dužine u toku godine, zbog eliptičnosti Zemljine putanje i zato ne može da služi kao etalon za merenje. Zato se uvodi srednji Sunčev dan (ovo vreme obeležimo sa t_s,) i vremensko izjednačenje određeno jednačinom

$$\eta = t_s - t_p \tag{2}$$

Vremensko izjednačenje predstavlja odstupanje pravog trenutka kulminacije od srednjeg trenutka kulminacije Sunca u datom mestu i zavisi od datuma, odnosno položaja Zemlje na putanji. Najveće odstupanje pravog od srednjeg trenutka kulminacije iznosi 16,4 minuta.

2. Zvezdani dan kraći je od sunčevog onoliko za koliko se Zemlja pomeri duž putanje oko Sunca za jedan dan. To je u srednjem oko 3 min i 56 s ili približno 1°. Interval zvezdanog vremena kao deo zvezdanog dana veći je od intervala srednjeg sunčevog vremena, koji je jednaka frakcija dana, jer je

24 h zv. vremena = 23 h 56 min 4 s sr. sunčevog vremena

Odgovarajuća dužina intervala pri pretvaranju jednog vremena u drugo dobija se iz obrasca

$$\Delta t_{zv} = \Delta t_{sr}\left(1 + \frac{236}{86400}\right) = \Delta t_{sr} \times 1{,}002738 \tag{3}$$

Veličina u zagradi obično se obeležava sa $(1 + \mu)$ i jednaka je odnosu broja srednjih sunčevih dana u godini (366,2422...) prema broju zvezdanih dana u godini (365,2422...).

Prelaz sa intervala zvezdanog vremena na interval građanskog vremena dobija se pomoću obrasca

$$\Delta t_{sr} = \Delta t_{zv}\,\frac{365{,}2422}{366{,}2422} = \Delta t_{zv}(1 - \nu) \tag{4}$$

Ovu vrstu pretvaranja vremena imamo u prelazu sa zvezdanog vremena na svetsko vreme, *TU*. Od više oblika obrasca predlažemo za upotrebu sledeći:

$$TU = (s - S_0 + \lambda)(1 - \nu) \tag{5}$$

Ovde je $(1 - \nu) = 0{,}997270$.

3. Vremensko izjednačenje η može se razložiti na dve periodične funkcije: a) izjednačenje centara, kao posledica ekscentričnosti Zemljine putanje, $e = 0{,}0167$ i b) svođenje na ekvator, kao posledicu „skoro ravnomernog" kretanja Sunca duž ekliptike, a ne duž ekvatora. Kretanje Sunca po ekvatoru je ustvari dosta neravnomerno, jer se na pojedinim delovima puta Sunce kreće skoro paralelno ekvatoru, a po drugim delovima pod uglom od 23°,5, koliko iznosi nagib ekliptike prema ekvatoru.

Ako se longituda srednjeg Sunca obeleži sa l_m, izraz za vremensko izjednačenje ima oblik

$$\eta = -7{,}7\ \sin(l_m + 79°) + 9{,}9\ \sin(2\,l_m). \tag{6}$$

Ovde je 79° brojna vrednost longitude perihela Zemlje.

4. Posledica eliptičnosti Zemljine orbite je i nejednako trajanje godišnjih doba. Na severnoj Zemljinoj polulopti godišnja doba traju:

proleće 92,8 dana, leto 93,6 dana, jesen 89,8 dana i zima 89,0 dana.

PRIMER: Odrediti zvezdano vreme i izgled neba 25. V 1983. g. u Beogradu u 21h SEV.

Nalazimo iz efemerida: zvezdano vreme u Griniču navedenog datuma iznosi 16 h 08 min 03 s. Koordinate Beograda su dužina — 1 h 22 min, širina +44°48′. Dakle

S_0	16h 08	min 03 s	
TU	20 00	00	
$TU\mu$	00 03	17	
$-\lambda$	01 22		
s	37 33	20	
	— 24		
s	13h 33,3 min		

U meridijanu su objekti sa rektascenzijom 13h 33,3min, a u zenitu je deklinacija objekata jednaka geografskoj širini mesta, tj. 44°48′.

Ako pogledamo kartu, uočićemo da je blizu zenita galaksija M 51, malo dalje zvezde Alkor i Mizar u Velikim Kolima, desetak stepeni jugoistočno je Arktur, a u meridijanu oko 35° iznad horizonta Spika. Nad istočnom tačkom horizonta, oko 45° iznad horizonta vidi se Vega, a nešto iznad zapadne tačke horizonta Procion, nešto iznad severnog horizonta vidi se Kasiopeja.

COMPUTATION OF THE SIDERAL TIME AND THE DETERMINATION OF THE APPEARANCE OF THE SKY

A. Tomić

Basic of the method is explained for amateurs.

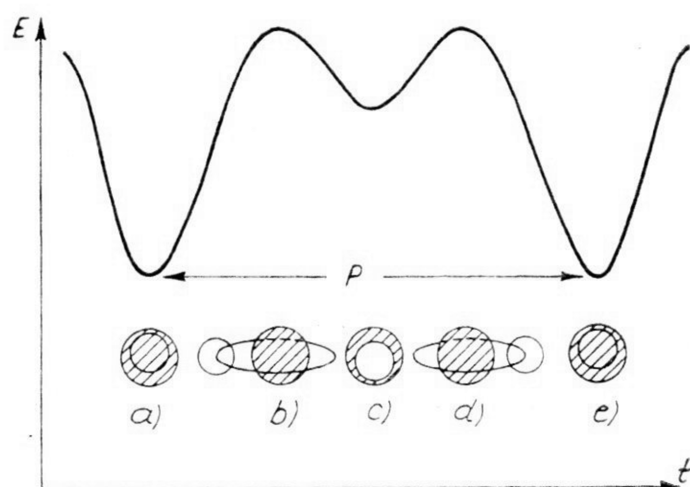
UDC 524.386

EKLIPSNE DVOJNE ZVEZDE

Miloš Radonjić
Student astrofizike, PMF, Beograd

Dvojne zvezde su sistemi od dve komponente, uglavnom različitog spektralnog tipa, kod kojih je kretanje komponenata uslovljeno gravitacionim privlačenjem između njih i svodi se na kruženje oko zajedničkog centra masa. Posebno mesto među ovim sistemima zauzimaju eklipsne dvojne zvezde. Naziv im potiče od grčke reči eklipsis — pomračenje, što u astronomiji znači delimično ili potpuno pomračenje nebeskog tela izazvano njegovim prolaskom kroz senku drugog nebeskog tela.

Kod eklipsnih dvojnih zvezda ti prolasci se periodično ponavljaju, što ima za posledicu periodičnu promenu sjaja. Najdublji minimum sjaja odgovara položaju kad tamnija komponenta zaklanja sjajniju (sl. 1. a) i naziva se glavni minimum. Posle toga dolazi maksimum sjaja b) kada se vide obe komponente, a potom jedan manji minimum, tzv. sporedni minimum c), kad sjajnija komponenta zaklanja tamniju. Iza sporednog minimuma sledi ponovo maksimum d) jer su ponovo vidljive obe komponente, a zatim dolazi opet glavni minimum e). Ovo se dalje periodično ponavlja. Krivu koja nam daje promenu sjaja u funkciji vremena nazivaćemo „kriva promene sjaja". Vreme od jednog do drugog glavnog minimuma je period promene sjaja P.



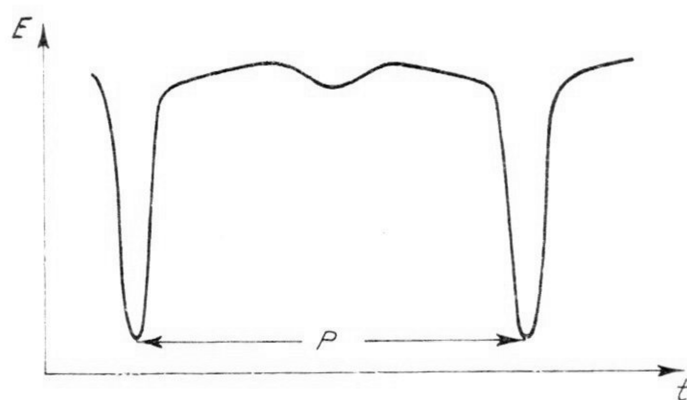
Sl. 1. Kriva promene sjaja eklipsne dvojne; E — sjaj, t — vreme, P — perod promene sjaja.

Eklipsne dvojne zvezde se nazivaju vizuelno dvojne, ako se komponente mogu videti odvojeno, i spektralno dvojne, ako se dvojnost sistema može otkriti tek spektralno po periodičnom doplerovskom pomeranju spektralnih linija.

Razlikujemo sledeća tri karakteristčna tipa eklipsnih dvojnih zvezda:

1. Eklipsne dvojne tipa Algola (β Perseja)

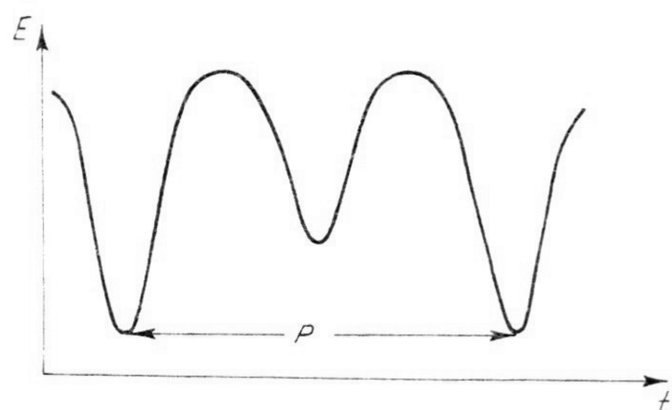
Kod ovog tipa dvojnih zvezda radi se o delimičnom pomračenju. To zaključujemo po oštrom obliku glavnog minimuma (sl. 2.). Kad bi bilo potpuno pomračenje, glavni minimum bi trajao izvesno vreme. Deo krive sjaja glavnog i sporednog minimuma nije ravan, mada bi se to moglo očekivati. Objašnjenje je u sledećem. Manje sjajna komponenta (koja je često veća po dimenzijama) rasejava svetlost druge, sjajnije komponente, pa imamo efekat ponovnog odašiljanja svetlosti, koji je najviše izražen kod su komponente najbliže jedna drugoj, tj. levo i desno od sporednog minimuma.



Sl. 2. Kriva promene sjaja eklipsnih dvojnih zvezad tipa Algola (β Perseja).

2. Eklipsne dvojne tipa β Lire

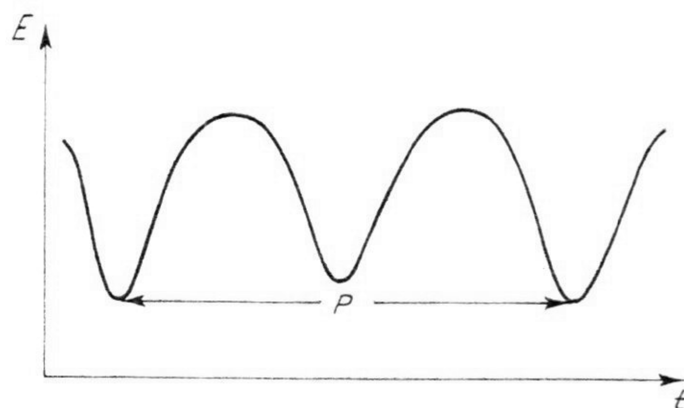
Dvojne zvezde ovog tipa menjaju sjaj ravnomerno (sl. 3.) To se objašnjava blizinom komponenata što ima za posledicu njihovu istegnutost duž linije koja spaja njihove centre. Zbog ovoga one su elipsoidnog oblika, a ovo uslovljava neprekidnu promenu sjaja i u delu perioda kada nema pomračenja. Izračavanje krive sjaja može nam dati informacije o obliku ovih komponenata.



Sl. 3. Kriva promene sjaja eklipsnih dvojnih zvezda tipa β Lire.

3. Eklipsne dvojne tipa W Velikog Medveda

Kod ovog tipa za jedan period imamo dva minimuma iste ili približno iste „dubine" (sl. 4.). Objašnjenje leži u tome što su komponente približno istih dimenzija i skoro da se dodiruju površinama.



Sl. 4. Kriva promene sjaja eklipsnih dvojnih zvezda tipa W Velikog Medveda.

Posmatrajmo sada podrobnije, uprošćen primer dvojnog sistema tipa Algola, pretpostavivši da su obadve komponente oblika sfere i kreću se po kružnim putanjama oko zajedničkog centra masa. Neka su $\mathfrak{M}_1$ i $\mathfrak{M}_2$ mase komponenata, a a_1 i a_2 radijusi njihovih orbita. Iz definicije centra masa sledi

$$\mathfrak{M}_1 a_1 = \mathfrak{M}_2 a_2 \tag{1}$$

Označimo zbir radijusa orbita, tj. radijus relativne orbite sa

$$a = a_1 + a_2 \tag{2}$$

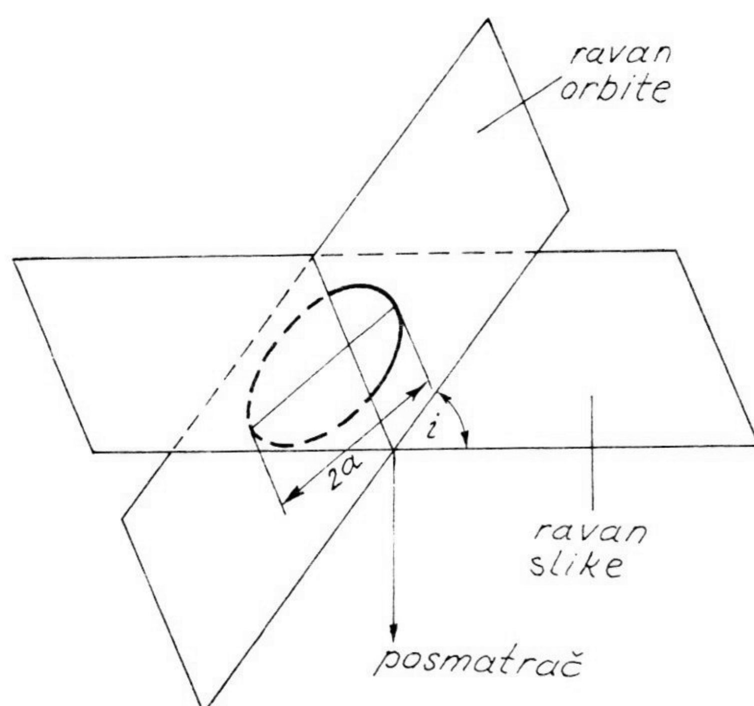
a radijuse komponenata sa R_1 i R_2. Tada odnosi

$$R_1/a = r_1 \quad \text{i} \quad R_2/a = r_2 \tag{3}$$

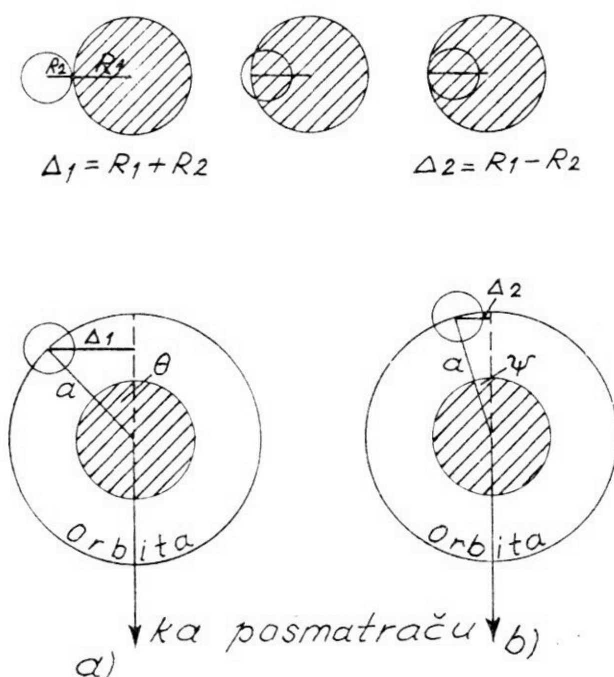
predstavljaju dva elementa sistema koji se mogu odrediti iz krive sjaja. Ako je E_1 sjaj prve, a E_2 sjaj druge komponente, sumarni sjaj, kad nema pomračenja, je $E = E_1 + E_2$. Podelimo li ovu jednačinu sa E i označimo li odnos E_1/E sa l_1, a odnos E_2/E sa l_2 dobićemo

$$1 = l_1 + l_2. \tag{4}$$

l_1 i l_2 su treći i četvrti element sistema koji se mogu definisati i izvesti iz krive promene sjaja. Ova četiri elementa sistema (r_1, r_2, l_1, l_2) posebno pouzdano se mogu odrediti pri potpunom pomračenju, a pod potpunim pomračenjem podrazumevamo slučaj kad je ugao i, koji određuje nagib između ravni slike i ravni orbite, približno jednak 90° (sl. 5.).



Sl. 5. Orbitalna ravan, ravan slike i elementi orbite.



Sl. 6. Položaji komponenata a) u početku pomračenja b) početak pune faze pomračenja.

Počećemo od izračunavanja l_1 i l_2. Predpostavimo neka prva komponenta ima veći radijus ($R_1 > R_2$) i u vreme glavnog minimuma u potpunosti pokriva manju, ali sjajniju komponentu. U vreme kad nema pomračenja mi od obe komponente primamo ukupni sjaj sistema E i neka je tada maksimalna zvezdana veličina m_0. U vreme potpunog pomračenja mi primamo svetlost samo od manje sjajne komponente, čiji smo sjaj označili sa E_1. Tada, ako je zvezdana veličina u vreme potpunog pomračenja m_1, imamo po Pogsonovom zakonu

$$\log \frac{E_1}{E} = \log l_1 = 0.4\,(m_0 - m_1), \tag{5}$$

odakle možemo naći l_1, a potom iz relacije (4) lako ćemo odrediti i l_2.

Određivanje r_1 i r_2 je mnogo teže, jer je za to potrebno pronaći ugao i. Takav metod postoji, ali mi ćemo uprostiti zadatak uzevši da je $i = 90°$, tj. uzećemo da je pomračenje ne samo potpuno, nego i centralno. Na sl. 6. su predstavljena dva momenta pri pomračenju. Početak pomračenja a) i početak pune faze pomračenja b). U momentu početka pomračenja diskovi komponenata se dodiruju pa je rastojanje među centrima komponenata $\Delta = R_1 + R_2$, a ugao između pravca ka posmatraču i linije koja spaja centre komponenata je θ. U momentu kad počinje puna faza pomračenja rastojanja među centrima je $\Delta_2 = R_1 - R_2$, a odgovarajući ugao ψ. Iz trouglova sa slike 6. dobijamo

$$R_1 + R_2 = a \sin \theta$$
$$R_1 - R_2 = a \sin \psi.$$

Podelimo sada ovu jednačinu sa a, pa imamo

$$\left.\begin{aligned} r_1 + r_2 &= \sin\theta \\ r_1 - r_2 &= \sin\psi \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

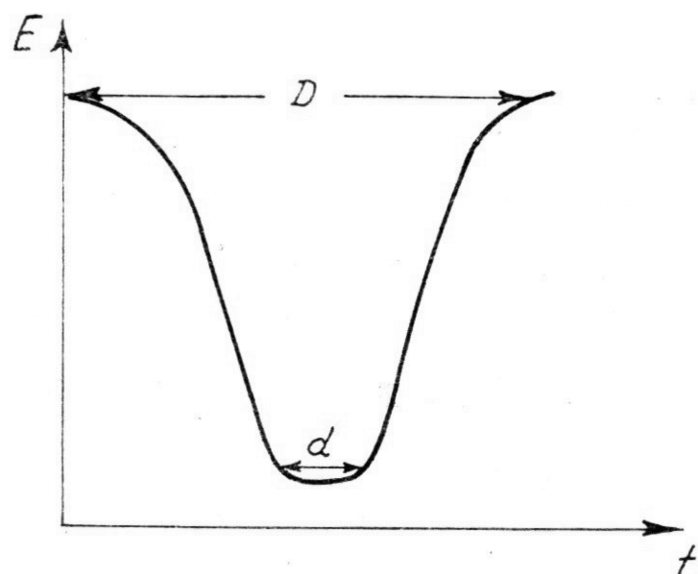
Da bi rešili ove jednačine po r_1 i r_2, moramo naći uglove θ i ψ, a njih možemo naći iz krive promene sjaja. Pod pretpostavkom da je orbita kružna, ugaona brzina je konstantna, pa je dakle

$$\frac{2\theta}{D} = \frac{360^\circ}{P} = \omega \quad \text{i} \quad \frac{2\psi}{d} = \frac{360^\circ}{P} = \omega,$$

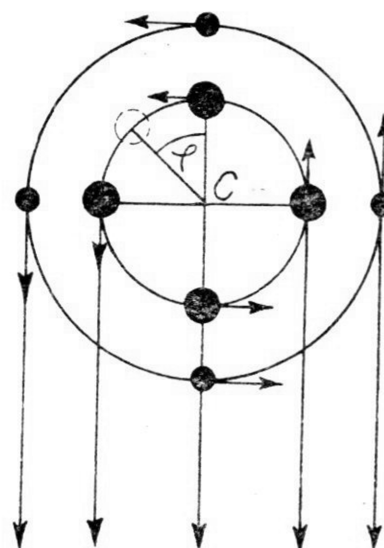
gde D predstavlja trajanje pomračenja, a d trajanje pune faze pomračenja (videti sl. 7.). Odavde dobijamo:

$$\theta = \frac{180}{P} D \quad \text{i} \quad \psi = \frac{180^\circ}{P} \cdot d$$

Pošto smo odredili θ i ψ, iz sistema (6) lako možemo odrediti r_1 i r_2.



Sl. 7. Deo krive promene sjaja. Pomračenje je potpuno. D — trajanje pomračenja; d — trajanje pune faze pomračenja



Sl. 8. Promene projekcija orbitalnih brzina na pravac ka posmatraču pri kretanju komponenata oko zajedničkog centra masa, usled čega dolazi do periodičnog pomeranja spektralnih linija u spektru tih zvezda.

Na žalost iz krive promene sjaja ne mogu se odrediti apsolutne razmere sistema, niti mase komponenata. Za to su potrebna spektralna posmatranja — da bi se odredile brzine zvezda po njihovim orbitama. Kao što se vidi sa sl. 8., pri orbitalnom kretanju komponenata, projekcije njihovih brzina na pravac posmatranja (v_p), periodično se menjaju u zavisnosti od položaja na orbiti. Najmanje su ($v_p = 0$) kad je $\varphi = 0^\circ$ i $\varphi = 180^\circ$, a najveće ($v_p = v_{max}$) za $\varphi = 90^\circ$ i $\varphi = 270^\circ$, gde smo sa φ označili ugao između pravca ka posmatraču i pravca od centra masa C ka centru komponente. $v_p = v_{max}$ je ustvari i stvarna orbitalna brzina komponenata v_r.

Očigledno je da će i pomeranje spektralnih linija biti maksimalno u momentima kad je $\varphi = 90^\circ$ i $\varphi = 270^\circ$ i da će se periodično ponavljati. Po tim maksimalnim periodičnim pomerajima ($\Delta\lambda_{max}$) spektralne linije čija je talasna dužina λ, iz formule za Doplerov efekat možemo naći orbitalne brzine komponenata

$$v_r = \frac{\Delta\lambda_{max}}{\lambda} c$$

Ako uzmemo da su orbite kružne, sa radijusima a_1 i a_2 i neka je period P, nalazimo

$$a_1 = \frac{P\upsilon_{r_1}}{2\pi} \quad \text{i} \quad a_2 = \frac{P\upsilon_{r_2}}{2\pi}. \tag{7}$$

Pomoću ovih podataka možemo naći veliku poluosu relativne orbite $a = a_1 + a_2$, a zatim iz relacija (3) možemo naći radijuse komponenata

$$R_1 = ar_1 \quad \text{i} \quad R_2 = ar_2 \tag{8}$$

Po trećem Keplerovom zakonu imamo

$$\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 = \frac{4\pi^2 a^3}{P^2 G} \tag{9}$$

gde je G — gravitaciona konstanta,

Koristeći gornju jednačinu (9) i jednačinu (1) kojom smo definisali centar masa našeg dvojnog sistema, dobijamo sistem jednačina

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 &= \frac{4\pi^2 a^3}{P^2 G} \\ \frac{\mathfrak{M}_1}{\mathfrak{M}_2} &= \frac{a_2}{a_1} \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

koji možemo rešiti po $\mathfrak{M}_1$ i $\mathfrak{M}_2$. Dakle, na taj način smo odredili i mase komponenata.

ZADACI:

1. Naći odnos E_2/E_1 za eklipsnu dvojnu RW Bika, ako je maksimalna zvezdana veličina ovog sistema $m_0 = 8{,}0$, a zvezdana veličina koja odgovara glavnom minimumu sjaja $m_1 = 11{,}5$.

Rešenje: Iz formule (5) uvrštavanjem vrednosti za m_0 i m_1 dobijamo vrednost za l_1, $l_1 = 0{,}0398$. Dalje, iz odnosa $1 = l_1 + l_2$ nalazimo $l_2 = 0{,}9602$, a pošto je $l_1 = \frac{E_1}{E}$, a $l_2 = \frac{E_2}{E}$

imamo $$\frac{l_2}{l_1} = \frac{E_2/E}{E_1/E} = \frac{E_2}{E_1},$$

dakle $$\frac{E_2}{E_1} = \frac{0{,}9602}{0{,}0398} \simeq 24.$$

Vidimo da je druga komponenta približno 24 puta sjajnija od prve komponente.

2. Iz krive promene sjaja eklipsne dvojne U Cefeja mogu se pročitati sledeći parametri: period promene sjaja P iznosi $2^d{,}493083$, pomračenje D traje $0{,}15\,P$, a puna faza pomračenja d : $0{,}038\,P$. Putem spektralnih posmatranja nađene su i brzine komponenata po njihovim orbitama oko centra masa i one iznose $\upsilon_{r1} = 200$ km/s i $\upsilon_{r2} = 120$ km/s. Uzimajući da su te orbite kružne, tj. da je ugaona brzina konstantna, naći radijuse komponenata R_1 i R_2 i mase komponenata $\mathfrak{M}_1$ i $\mathfrak{M}_2$.

Rešenje: Mi ćemo iz sistema jednačina (6) naći r_1 i r_2, ali prvo odredimo θ i ψ.

$$\theta = \frac{180}{P} D = 27°, \quad \psi = \frac{180}{P} d = 6°{,}84.$$

Uvrštavanjem ovih vrednosti u gore pomenuti sistem imamo

$$r_1 + r_1 = 0{,}4539,$$
$$r_1 - r_2 = 0{,}1190,$$

odakle dobijamo

$$r_1 = 0{,}2865, \quad r_2 = 0{,}1675.$$

Da bi iz formule (8) našli radijuse komponenata, moramo prvo naći a. Ako u formulu (7) uvrstimo vrednosti za orbitalne brzine υ_{r1} i υ_{r2} i vrednost perioda P, nalazimo

$$a_1 = 6{,}856\ 10^6\ \text{km} \quad a_2 = 4{,}14 \cdot 10^6\ \text{km}$$
$$a = a_1 + a_2 = 10{,}970 \cdot 10^6\ \text{km}.$$

Dakle

$$R_1 = 3{,}14 \cdot 10^6\ \text{km i } R_2 = 1{,}84 \cdot 10^6\ \text{km}.$$

Dalje, iz sistema jednačina (10), lako nalazimo mase komponenata $\mathfrak{M}_1 = 3{,}17\,\mathfrak{M}_\odot$, $\mathfrak{M}_2 = 5{,}29\,\mathfrak{M}_\odot$ ($\mathfrak{M}_\odot$ — masa Sunca).

3. Izračunati mase komponenata sledećih eklipsnih dvojnih zvezda: a) β Perseja čiji je period promene sjaja $2^d{,}867$, a brzina komponenata $\upsilon_{r1} = 220$ km/s i $\upsilon_{r2} = 44$ km/s; b) *WW* Kočijaša sa periodom promene sjaja $2^d{,}525$ i brzinama komponenata $\upsilon_{r1} = 122$ km/s i $\upsilon_{r2} = 117$ km/s.

(Odgovor: a) $\mathfrak{M}_1 = 0{,}9\,\mathfrak{M}_\odot$, $\mathfrak{M}_2 = 4{,}6\,\mathfrak{M}_\odot$
b) $\mathfrak{M}_1 = 1{,}8\,\mathfrak{M}_\odot$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}8\,\mathfrak{M}_\odot$)

4. U spektru eklipsne dvojne, čiji se sjaj menja periodično za $3^d{,}953$, periodično se ponavljaju maksimalne promene talasnih dužina od njihovog srednjeg položaja u spektru, i iznose, za prvu komponentu $1{,}9 \cdot 10^{-4}\lambda_1$, a za drugu $2{,}9 \cdot 10^{-4}\lambda_2$. Naći mase komponenata ovog dvojnog sistema.

(Odgovor: $\mathfrak{M}_1 \approx 0{,}7\,\mathfrak{M}_\odot$, $\mathfrak{M}_2 \approx 0{,}5\,\mathfrak{M}_\odot$)

LITERATURA:

1. Cesevič, V.P.: 1980, *Peremennije zvezdi i ih nabljudenije,* Nauka, Moskva.
2. Beten, A.: 1976, *Dvojnije i kratnije zvezdi,* Mir, Moskva.

ECLIPSING BINARIES

M. Radonjić

Eclipsing binaries are described on the level of the secondary school and accompanied with numerical examples and exercises.

ВЕСТИ ИЗ НАШЕ ЗЕМЉЕ

ИЗЛОЖБА „ЖИВОТ И ДЕЛО МИЛУТИНА МИЛАНКОВИЋА" свечано је отворена 12. маја у Галерији САНУ. Изложбу је отворио академик Павле Савић, председник Одбора за обележавање стогодишњице рођења Милутина Миланковића.

Највише експоната потиче из заоставштине коју је Миланковић завештао Академији, а која се чува у њеној Архиви. Из ње су Миланковићеви рукописи, књиге, фотографије, дипломе и друга документа и радна соба. Мањи део експоната је са стране: из Осијека, Беча, Београда, или је добијен од Миланковићевих познаника.

Посебну пажњу привлаче два модела: модел који на елементаран начин илуструје секуларна кретања Земље, која су по великом климатологу Миланковићу одговорна за појаву великих захлађења и модел — глобуси који приказују простирање ледених капа у наше време и у време ледених доба.

Изложене су и три првонаграђене и откупљене скулптуре — Миланковићеве, из 1979. године рађене за Академијин конкурс. Том приликом прво место добио је рад Николе Јанковића.

Захваљујући успешној реализацији изложбе на којој су радили: др Драган Трифуновић, др Никола Пантић, др Божидар Поповић, Гордана Харашић и Милица Мужијевић, посетиоци имају изузетну прилику да се упознају са животом и делом нашег великог научника.

Ова изложба требало је да буде отворена још пре три године, али је цео пројекат био одложен из техничких разлога. Из тог времена датира каталог ове изложбе (његов приказ дат је у часопису Васиона 4/1979)

Предвиђено је да изложба траје два месеца, а затим ће бити пренета у Миланковићев родни крај — изложба у Осијеку највероватније ће бити отворена у октобру.

Милан Јеличић

ODRŽAN XVIII SUSRET POKRETA NAUKA MLADIMA JUGOSLAVIJE

U Novom Mestu je od 27—30. juna 1982. godine održan XVIII susret mladih iz čitave Jugoslavije čija je jedina želja bila da pokažu rezultate svog rada u protekloj godini. Smotra je održana u više naučnih disciplina: biologija, hemija, fizika, geografija, astronomija, a po prvi put su se posebno prikazivali i interdisciplinarni radovi. Učestvovalo je oko tri stotine učenika koji su pravo da prikažu svoje radove i pokažu svoje znanje stekli na prethodno održanim republičkim i pokrajinskim smotrama i takmičenjima.

Takmičenje osnovaca iz astronomije bilo je kvalitetno i zanimljivo. U izjednačenoj konkurenciji nešto bolji od ostalih bili su Miodrag Ognjanović i Aleksandar Otašević, kojima su pripale zlatne plakete.

Na smotri radova osnovaca i srednjoškolaca učestvovalo je 25 učenika sa 17 radova. Polje interesovanja bilo je široko i protezalo se od izrade instrumenata („Konstrukcija i izrada teleskopa refraktora" — J. Dolinšek, D. Petrović i Z. Veljačić iz Deževente; „Radioteleskop" — Z. Aleksovski i Z. Trajčev iz Skoplja), preko radova u kojima je težište bilo na posmatranjima i obradi tih posmatranja („Determinacija dimenzija asteroida Eunomije (15) na osnovu varijacije

sjaja" — Ž. Ivezić i Lj. Kapusta iz Zagreba; „Određivanje solarne konstante" — M. Janković i Z. Katanić iz Beograda), do čisto teorijskih. Posebnu pažnju privukli su radovi „Analiza pogrešaka vizuelnog ocjenjivanja sjaja promenljivih zvijezda" — R. Brajše i K. Bačani iz Varaždina, čije bi publikovanje svakako mnogo pomoglo i već izvežbanim posmatračima i unapredilo kvalitet budućih posmatranja ove vrste. i rad „Umetni zemaljski sateliti" — J. Sinobad i B. Berčić iz Kranja. U njemu je obrada obilja podataka prikupljenih posmatranjem zahtevala upotrebu računara za koji su autori samostalno pravili programe. Vredno je istaći i rad najmlađeg učesnika smotre Željka Branice iz Šibenika „Promjena sjaja W Cygni". Iako je učenik tek petog razreda osnovne škole Željko je primenio matematičku obradu posmatranja koja daleko prevazilazi njegov uzrast.

Organizatori su učinili sve da obezbede odlične uslove učesnicima, a posebno treba istaći da je po prvi put objavljen Zbornik rezimea svih radova na Smotri.

N.Č.

ВЕСТИ ИЗ ДРУШТВА

In memoriam:

АВАНТИ БЕРТОТО

27. децембар 1897—17. јун 1982.

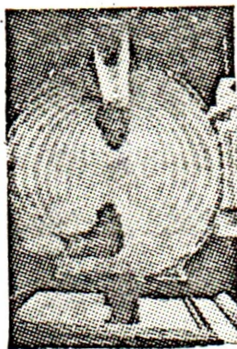
Најстарији члан Астрономскога друштва „Руђер Бошковић", Аванти Бертото, умро је у Београду у којем се и родио. Ту је завршио основну школу и два разреда реалке. Син каменоресца, досељеника из Италије, опредељује се за исти позив, па од 1922. до 1925. борави у Карари, школујући се на уметничкој академији. По повратку у Београд води каменорезачку радњу, прво заједно са братом, а потом сам.

Имајући прилику и част да се први од чланова Друштва упознам са овим добрим,

Недеља, 11 децембар 1938 ВРЕМЕ СТРАНА 13

Београдски занатлија-астроном прича о својим изумима

Каменорезац-звездар који је први на Балкану сликао Венеру, снимао Сунчеве пеге а сада проучава тајне гравитације



Испитивање гравитације

ФАКСИМИЛ ДЕЛА ЧЛАНКА О АМАТЕРСКИМ ИСТРАЖИВАЊИМА АВАНТИ БЕРТОТА, ОБЈАВЉЕНОГ У БЕОГРАДСКОМ ДНЕВНИКУ "ВРЕМЕ" ОД 11. 12. 1938. ГОДИНЕ.

Кад смо се појавили у дворишту пуном надгробних споменика сигурно се каменорезац у себи радовао: „Мора да им је неко умро..."

— Изволите госпођо, мермер је одличан а цене умерене...

— Хвала! Дошли смо, господине Бертото, због телескопа и због осталих ваших опита.

Бертото-син нерадо уводи госте у своје лабораторије. Ипак није могао избећи. То је човек четрдесетих година, са врло маркантним лицем, које невероватно потсећа на Паула Вегенера. Студирао је вајарство у тосканској Карари, [illegible]



Снимак Месеца помоћу Бертотовог апарата

да добије боље снимке сунчаних [illegible]

фотографску плочу на врх сулундара и онда га уперио у небо.

Снимао је месец, Венеру и сунце. У круговима београдских астронома, Бертотов сулундар је изазвао највеће изненађење. Бертотов снимак Венере, који је први пут уопште добијен на Балкану, претстављао је прави рекорд по димензијама добијеним на плочи. И снимци месеца привукли су пажњу, али је гробљански телескоп постигао најјезичније резултате једним изванредним снимком сунчаних пега. „Он је толико јасан да се виде пеге и факуле", кажу стручно астрономи. Снимак је добијен у величини 9 x 16, са једним путем увеличања, што је реткост.

Као Марин Геталдић

Гробљански телескоп стоји и [illegible]



Сунце пева

У [illegible] лабораторијиређају се нови експерименти. Један чудноват радио-апарат преноси баш литургију из Саборне цркве. Лепо се чује јак бас: „Господи помилуј...", али у исто време, на једној белој плочи, као на телевизијском апарату, развуче се пред нашим очима нека искривљава површина као хармуника...

— То је попа викнуо!..

— Одиста, кадгод се свештеник задржа на неким вокалима, густе линије на чаробној плочици размакну се и човек осећа како је далеки, невидљиви певач широко отворио уста, „Господи помилуј...!"

доброћудним и честитим човеком, ево нешто сећања на њега, клесара по занимању а занесењака науком по осећањима — послужиће млађима да нешто сазнају о онима који Друштву беху верни скоро од почетка његова рада.

Сећам се добро онога петка по подне, 26. јуна 1936. — дакле пре 46 година — када је Бертото дошао у просторију нашега Друштва, тада у Балканској 4, представио се и затражио да га упишем за члана. Знао сам га само по имену, звучном, које много пута прочитах на прочељу његове радионице, исписано крупним црним словима. Мало се изненадих: каменорезац, а занима га астрономија! Она ће нас зближити, мене и друге чланове тада сасвим младога Друштва. Убрзо сазнадосмо да Бертото не обрађује само камен, већ — као аматер — физику, хемију и астрономију. Ова последња доведе га у наше Друштво. Остаће до смрти његов члан и верни читалац „Сатурна" и „Васионе".

У његовој кући, у тадашњој Гробљанској улици, три собе у низу, у свакој велики столови и полице претрпани разноврсним алатима, справама, инструментима, мерилима, стаклима. Било је ту микроскопа, спектроскопа, оптичких решетки, ретких метала. Ову лабораторију у шали смо звали „Кабинет доктора Калигарија". У њој пршгаху електричне варнице, светлуцаху флуоресцентне цеви, топило се стакло, глачала огледала, правили дурбини.

Више чланова Друштва долазило би у Бертотову лабораторију и проводило многе часове посматрајући његове огледе. Затим се коментарисало, убеђивало, доказивало. Бертото беше пун изворних мисли, које понекад, одудараху од онога што пише у уџбеницима, али које беше тешко оспорити. Дивисмо се са колико је маште и како вештим рукама, помоћу старудија купљених у старинарници Влајка Игњатовића „Марсовца" или на стоваришту гвожђурије Шандора и Бауера, умео да направи инструменте који дају исто толико добре резултате као да су израђени у фабрици. Изванредно брзо а добро углачао је велико огледало и њиме, прислоњеним уза зид, снимао Сунце и Месец. Волео је и шале: снимио качамак како кључа и питао распознајемо ли који су то Месечеви кратери.

Бертото је волео да експериментише, али не да пише о томе. Отуд у „Сатурну" доста његових фотографија Сунца, Месеца, звезда, без објашњења — то препушташе другима. Скроман, никада се није примио било којега звања у Друштву. Па ипак, један вешти новинар успева, 1938, да из њега извуче толико података да испуни целу страну својих новина („Време", 11. 12. 1938.).

Н. Ј.

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

МОДЕЛИРАЊЕ ГАЛАКТИЧКИХ СУДАРА

Питер Квин (*Peter Quin*), студент Аустралијског националног универзитета бави се компјутерском симулацијом судара галаксија. Данас су оваква истраживања могућна захваљујући моћним рачунарима, који решавају милионе једначина истовремено (у једној емисији серије Космос приказана је слична, али много простија симулација).

Квина је заинтересовао рад двојице астронома, који су установили да се око неких галаксија налази љуска врло слабог сјаја. Укључивши се у тај програм установио је да се та љуска јавља само код елиптичних галаксија.

Симулацијом судара све три комбинације елиптичних и спиралних галаксија дошао је до интересантног открића: сударом две спиралне галаксије настаје елиптична са љуском од звезда избачених из равни ових галаксија.

Потврда Квинових радова значила би да елиптичне галаксије представљају виши ступањ на галактичкој лествици еволуције, а и да се судари галаксија дешавају много чешће него што се до сада мислило. Оваквим радовима, компјутерска симулација се све више везује за стварност; до сада је она више служила за егзибиционо представљање могућности нове генерације рачунара.

Из чланка: *Galactic recycling*, *Science Digest*, јануар 1982. *Обрадовић Марјан*

ИСПИТИВАЊЕ МАГНЕТОСФЕРЕ

У плану истраживачких програма САД, СРН и Велике Британије је да се у 1984. години лансирају три вештачка сателита у орбите око Земље, тј. по један из сваке од поменутих држава. Сателити британске и немачке производње ће се налазити у истој орбити, чији ће полупречник износити 20 полупречника наше планете, док

ће трећи, НАСА-ин сателит бити у знатно нижој орбити. Сателит из СРН ће у орбити испустити облаке литијума и баријума, а затим ће сва три сателита, уз помоћ одговарајућих инструмената, вршити детекцију ових облака, јонизованих Сунчевим зрацима.

Циљ мисије коју су заједнички предузеле ове три земље је откривање крајње границе до које се простиру јони у Земљином магнетном омотачу — магнетосфери.
(Према: New Scientist, 92 (1981) 1280, стр. 486)

Гордана Марков

УТИЦАЈ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ УГЉЕН ДИОКСИДА НА КЛИМУ НА НАШОЈ ПЛАНЕТИ

Земљин ваздушни омотач — атмосфера испољава тзв. ефекат стаклене баште. Око 90% енергије коју Земља зрачи; атмосфера рефлектује натраг на Земљу, па је средња температура на нашој планети 15°С. Израчунато је да би у случају да Земља нема атмосферу средња температура износила —18,6°С. Ово повишење температуре за 33,6°С се назива ефектом стаклене баште.

И угљен диоксид, гас чији је удео у Земљиној атмосфери свега 0,03 запреминска процента, испољава исти ефекат. Овај гас пропушта Сунчеву светлост, али не и топлотно зрачење неких таласних дужина. Другим речима, Сунчеви зраци неометани овим гасом пролазе кроз атмосферу и загревају Земљу. Велики део топлотне енергије, коју зраче мора и копна, угљен диоксид апсорбује, а затим један део апсорбоване енергије зрачи натраг на Земљину површину. Стога је на Земљи топлије него када у атмосфери не би било угљен диоксида.

Испитивање утицаја концентрације угљен диоксида на климу на Земљи је од посебног значаја, јер је његова концентрација у сталном порасту, нарочито захваљујући сагоревању фосилних горива као што су угаљ и нафта.

Утицај овог гаса на климу на Земљи је био предмет интересовања и научника с крајем прошлог столећа. На пример, шведски научници С. Аренијус и Т. Ц. Чемберлен су проценили да би на Земљи било топлије за 8°С када би се концентрација угљен диоксида удвостручила. Касније је сматрано да би повишење износило свега 2—3°С.

Овом проблему се поклања све већа пажња, међутим, мишљења научника се драстично разилазе. Док једни на основу компјутерских модела сматрају да ће на Земљи неизбежно доћи до климатске катастрофе, дотле други, на основу емпиријски добијених показатеља, напротив, верују да ће овај пораст стимулисати фотосинтезу, тј. повећати жетвене приносе, што је од највећег значаја за прехрањивање све бројнијег становништва.

Да би се одговорило на питање за колико ће се повисити температура на нашој планети у скорој будућности, потребно је размотрити њену промену у прошлости. У Вашингтону је априла 1980. г. одржана конференција на ту тему. Закључак конференције је да је за последњих 50 милиона година (а можда чак 200 милиона година) пораст температуре занемарљив. Г.М.

ФЛАМАРИОН ПРИЧА. . .

Тихо Брахе (1546—1601) добро познаваше Коперниково учење о кретању Земље, те пише: ,,Признајем да се кружења пет планета лако објашњавају једноставним кретањем Земље, као и да су математичари усвојили мноштво апсурдности и противуречности од којих нас Коперник ослобађа; он чак нешто тачније објашњава појаве на небу".

Међутим, Тихо одмах додаје да се Коперников систем не може ускладити са сведочењем Светог писма. Зато Тихо сматра да ће својим системом — око непокретне Земље кружи Сунце са планетама — задовољити цели свет.

Велика заблуда великог посматрача Тиха.

Slika na III strani korica:
Na ovom snimku dela sazvežđa Krma vide se tri zvezdana jata. To su:
NGC 2437 (M46; $\alpha = 7^h39^m,6$, $\delta = -14°42'$, $m = 6,6$, *prečnika 27') u sredini slike—levo, udaljeno 5950 svetlosnih godina;*
NGC 2422 ($\alpha = 7^h\,34^m,3$, $\delta = -14°22'$, $m = 4,5$, *prečnika 30') u sredini—desno, udaljeno 3760 svetlosnih godina;*
NGC 2423 ($\alpha = 7^h34^m,8$, $\delta = -13°45'$, $m = 6,9$, *prečnika 19') iznad NGC 2422, udaljeno 5960 svetlosnih godina. Snimio H. Vehrenberg, Šmit kameva 200/450 mm.*
Slika na IV strani korica:
Spiralna galaksija NGC 5457 (M101, $\alpha = 14^h1^m,4$, $\delta = 54°35'$, $m = 8,2$, *ugaoni prečnik* 28^r) *udaljeno 23,5 miliona svetlosnih godina. Sve koordinate date su za epohu 1950.0. Snimak Matnt Vilson i Palomar Ops.*

(Videti članak o zvezdanim vrtlozima)

